Phys. sp.
41 y=k
Bebber

Bayerische Staatsbibliothek
<36653573460014

Phys. sp. 41 gn

HANDBUCH

DER AUSÜBENDEN

WITTERUNGSKUNDE.

GESCHICHTE UND GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

VON

DR. W. J. VAN BEBBER,
ABTHEILUNGSVORSTAND DER DEUTSCHEN SEEWARTE.

ZWEI THEILE.

II. THEIL:

GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

MIT EINEM VORWORT VON BUYS BALLOT.

NEBST EINER WOLKENTAFEL UND 66 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1886.

91 D

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Lehrbuch der Geophysik

und

Physikalischen Geographie.

Von

Professor Dr. Siegmund Günther.

Zwei Bände.

Mit 195 in den Text gedruckten Abbildungen.

Gross-Oktav. 1885. Geheftet. Preis: I. Band M. 10. —, II. Band M. 15. —

Urtheile der Presse.

Mittheilungen der K. K. geogr. Gesellschaft, 1885, Nr. 9: Dieselben Vorzüge, welche wir bei der Anzeige des ersten Bandes hervorgehoben haben, nämlich ausserordentlicher Reichthum an Literaturangaben, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, strenge mathematische und physikalische Grundlage, Präcision des Ausdruckes und stete Rücksichtnahme auf den historischen Entwicklungsgang der Ausbildung der einzelnen Theorien und Erfahrungssätze zeichnen auch den zweiten Band des Werkes aus.

Aus den „Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin", 1885, Nr. 9: Es liefert das Buch ein Repertorium für das Studium der Erdphysik, in dem auch die Arbeiten anderer Nationen gebührend berücksichtigt sind, eine Einführung in die wissenschaftliche Geophysik für die Studirenden und Lehrer der Mathematik, Naturwissenschaften und Geographie, sowie für Bergleute und Officiere, ein Werk, das für jede Bibliothek willkommen sein muss, aber auch einen Beweis sorgsamen Fleisses und umfassender Gründlichkeit und Wissenschaftlichkeit.

Meteorolog. Zeitschr., 1885, pag. 432: Fasst man beide Bände zusammen, so sieht man, dass die Aufgabe, welche sich der Verfasser gestellt hat, eine beim jetzigen Stande des Wissens fast übermenschlich ausgedehnte ist. Mit vollem Recht sagt ein Kritiker dieses Werkes (Partsch): „Günther bringt für diese grosse Aufgabe werthvolle Vorbedingungen mit: eine gründliche mathematisch-physikalische Vorbildung, eine unerschöpfliche Arbeitskraft, die weder im Aufnehmen gebotenen Stoffes je erlahmt, noch um eine Form für dessen Wiedergabe verlegen ist, endlich eine seltene Schnelligkeit des Entschlusses bei der Erledigung der Schwierigkeiten, welche bei der allgemeinen Anlage der speciellen Darstellung und der Fassung des eigenen Urtheils unausbleiblich sich ergeben.

Das Wetter, 1885, Nr. 9: Wir empfehlen unseren Lesern, welche intensiveres Interesse an der Materie nehmen, dieses Werk als das Vollständigste und Beste, was auf diesem Gebiete bis jetzt existirt.

Literarisches Centralblatt, 1885: Mit dem vorliegenden Bande ist ein Werk erstaunlichen Fleisses und gewissenhafter Sorgfalt vollendet. — Dadurch wird das Werk wirklich zu einem vortrefflichen Lehrbuche der Geophysik. Aber es ist mehr als dies; es ist durch die jedem Capitel beigefügte reiche Literatur für den Forscher ein ausserordentlich bequemes und vollkommen zuverlässiges Mittel, sich sofort über die Untersuchungen zu unterrichten, welche über eine ihn specieller beschäftigende Frage angestellt worden sind.

Ausland, 1885, Nr. 49: Es ist das gehaltvollste und reichhaltigste Werk, welches über diese Disciplinen der Erdkunde je erschienen ist, und liefert durch seinen Umfang, seine gründliche Behandlung des Stoffes und den ungeheuren Reichthum der benützten Quellen eines der ehrenvollsten Zeugnisse und Denkmäler deutschen Gelehrtenfleisses.

Humboldt, IV. 2: Bewundernswerth ist vor allem der ungemeine Fleiss und die tiefen Kenntnisse des gelehrten Herausgebers, der ein Werk geliefert hat, wie ein ähnliches, gleich vollständiges und zuverlässiges nicht existirt.

Gaea, 1884: Dieses Werk gehört zu den vorzüglichsten seiner Art.

Natur, 1885, Nr. 24: Mit einer fast verblüffenden Gelehrsamkeit fasst es alles das, was eine physische Erdkunde zu lehren hat, im mathematisch-physikalischen Sinne auf und schafft damit eine wirkliche physikalische Geographie, der es nicht nur auf die Begründung von Thatsachen, sondern auch auf mathematisches und physikalisches Begreifen derselben ankommt, und welche damit selbst auf die Apparate eingeht, durch die man Thatsachen erwirbt.

Blätter für Gymn. Wesen, 1885, Heft 3—4: Wer ein Repertorium wünscht, in welchem er die Leistungen auf dem Gebiet der physikalischen Geographie bis in die neueste Zeit zusammengestellt findet, dem kann das in der Ueberschrift genannte Werk nicht warm genug empfohlen werden.

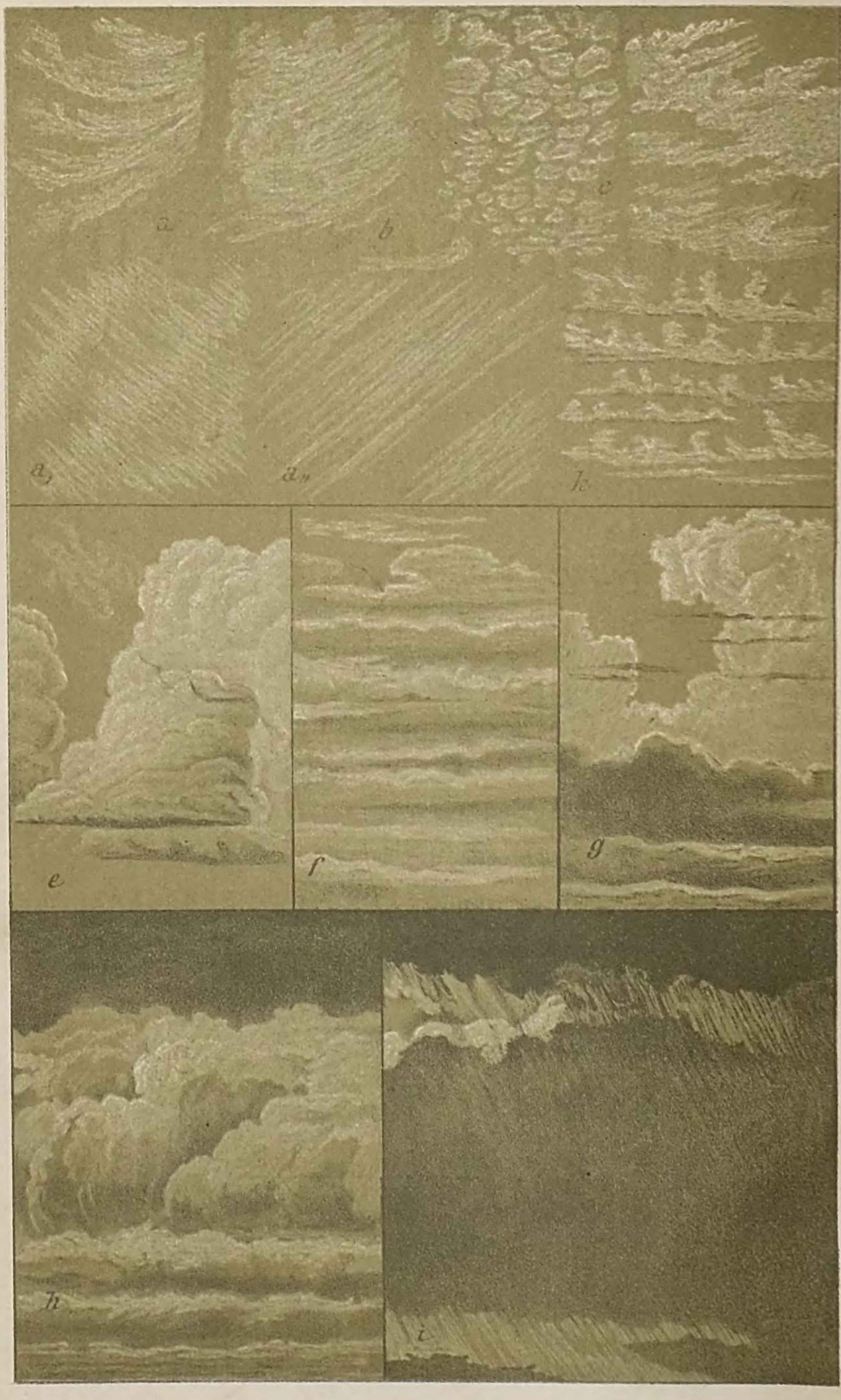
Literaturzeitung des Hamburger Correspondenten: Sollen wir zum Schluss noch ein Urtheil abgeben, so möchten wir das Werk Günther's für jeden Fachmann, und dazu möchten wir alle Geographen, Physiker und Naturwissenschaftler rechnen, für unentbehrlich halten.

Köln. Ztg., 1885: Das vorstehend bezeichnete Werk ist, wie man kühn behaupten darf, einzig in seiner Art.

Die Nation: Es ist das Buch eine so vortreffliche und gediegene Arbeit, dass zu hoffen steht, es wird auch die Schwierigkeit, welche der weiteren Verbreitung von Büchern in Deutschland oft entgegenzustehen pflegt, dass bei uns verhältnissmässig sehr wenig Mittel zum Ankauf von Büchern verwandt werden, überwinden.

WOLKENTAFEL.

van Bebber, Witterungskunde II. Gez. v. H. Denys.



a a, u. *b* cirrus, *a,,* cirrus-Fäden, *c* cirro-cumulus, *d* cirro-stratus, *e* cumulus, *f* stratus, *g* cumulo-stratus, *h* strato-cumulus, unten Wulstcumulus, *i* Nimbus, *k* Gewitterwolke nach Cl. Ley.

[illegible] Stuttgart.

HANDBUCH

DER AUSÜBENDEN

WITTERUNGSKUNDE.

GESCHICHTE UND GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

VON

DR. W. J. VAN BEBBER,
ABTHEILUNGSVORSTAND DER DEUTSCHEN SEEWARTE.

ZWEI THEILE.

II. THEIL:

GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

MIT EINEM VORWORT VON BUYS BALLOT.

NEBST EINER WOLKENTAFEL UND 66 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1886.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

DEM

VORKÄMPFER DER MODERNEN METEOROLOGIE UND

HOCHVERDIENTEN

LEITER DES KÖNIGLICHEN NIEDERLÄNDISCHEN

METEOROLOGISCHEN INSTITUTES

HERRN PROF. DR. BUYS BALLOT

ALS ZEICHEN

SEINER VEREHRUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Vorwort.

Ich sehe es als eine Ehre an, dass Herr Dr. van Bebber einige Zeilen von mir wünschte in Betreff seiner trefflichen Arbeit über die ausübende Witterungskunde, insbesondere desshalb, weil ich dieselbe aus ganzem Herzen empfehlen kann.

Im ersten Theile wird die mythologische Aera der Meteorologie behandelt, verschiedenartige Witterungsregeln, wie sie im Volksmunde vorkommen und die grösstentheils dem Alterthume entstammen, eingehend besprochen und die problematischen Einflüsse der Himmelskörper, insbesondere des Mondes und der Sonnenflecke einer umfassenden Untersuchung unterworfen. Weiter findet man darin eine Anweisung über die Verwendung der meteorologischen Instrumente zur Vorausbestimmung des Wetters, Mittheilungen über die Berathungen der meteorologischen Congresse und Conferenzen und die hieraus sich ergebenden Erfolge für die Pflege und Förderung der meteorologischen Wissenschaft und insbesondere die Entwickelung der Wettertelegraphie in den Hauptstaaten vom Anfange an bis zur heutigen Anwendung.

Anfangs war man vielfach der Ansicht, dass der Telegraph nur anzukündigen hätte, ein Sturm sei an einem gewissen Orte ausgebrochen und nach einigen Tagen weiter würde er an einem anderen Orte ankommen und man war weit entfernt davon, einzusehen, dass

eigentlich nur in der genauen Kenntniss der gleichzeitigen Zustände des Wetters an verschiedenen Orten die Grundlage für die praktische Meteorologie liegt.

Herr van Bebber betrachtet nun die Sache von dem jetzigen Standpunkte der Meteorologie und nachdem er die Hilfsmittel, welche uns jetzt zu Dienste stehen, ausführlich besprochen und gewürdigt hat, schreitet er zum Hauptziele, nämlich anzugeben, in welcher Weise wir durch Verbesserung der telegraphischen Einrichtungen und auf Grund unserer Kenntnisse der klimatischen Zustände, welche im zweiten Theile des Handbuches in gedrängter Kürze auseinandergesetzt werden, zu einem begründeten Urtheil über die kommende Witterung, namentlich zur Vorausbestimmung der Wege, welchen die Cyclonen folgen und welche Wirkung sie auf die Umwandlung unserer Witterungszustände haben werden, jetzt schon, und nachher immer besser gelangen können.

Eine strenge mathematische Lösung des Problemes zu geben, wie es beispielsweise Herr Prof. Mohn als das höchste Ziel sich setzt, ist jetzt noch unmöglich, indem die Wechselwirkung der verschiedenen Einflüsse zu mannigfaltig ist. Zwar haben unter den ersten er und Ferrel, Hann, Köppen und andere Gesetzmässigkeiten nachweisen können, aber im Grossen und Ganzen sind wir noch in dem Stadium der Statistik, worin auch die Astronomie bis zu Kepler sich befand und sind wir nur im Stande, hier und da etwas mehr geben zu können. Allerdings kann aber, wie Herr van Bebber in seinen Schriften und namentlich in diesem seinem Buche sie einrichtet, eine gute logische Statistik schon Vorzügliches bieten.

Wie entstehen die Cyclonen, wie schreiten sie fort und welchen Einfluss werden sie auf die Witterungszustände jener Gegenden haben, in deren Nachbarschaft sie vorüberschreiten? Das sind die Hauptfragen.

Zur Lösung der ersten Frage hat Th. Reye einen wichtigen Beitrag geliefert, wir harren aber noch eines mehr vollständigen, — die zweite und dritte Frage sind von Loomis in Amerika, von Clement Ley und von van Bebber in Europa am ausführlichsten behandelt worden.

Recht interessant ist die Besprechung der Einrichtung der Wettertelegraphie in den verschiedenen Staaten; die Mängel, welche der Wettertelegraphie noch anhaften, sind gehörig erwähnt, ebenso die Wünsche, welche sich auf die Verbesserung und ausgiebige Ausnutzung derselben beziehen. Die Art und Weise, in welcher die Depeschen gegenwärtig verwerthet werden und wie sie verwerthet werden sollen, ist klar dargelegt worden.

Auf Grund seiner genauen Untersuchung der in den letzten Jahren vorgekommenen Witterungserscheinungen hat der Verfasser angegeben, wie sich die barometrischen Minima und die sie begleitenden Stürme auf die einzelnen Jahreszeiten und die einzelnen Gebietstheile des europäischen Continentes vertheilen, welche Bahnen sie am meisten innehalten, wie diese durch die gleichzeitige Lage der barometrischen Maxima, sowie durch die jeweilige Temperaturvertheilung modificirt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit man erwarten kann, dass eine bestimmte Depression diesen oder jenen Weg einschlagen wird, und welche Wirkung sie insbesondere für unsere Gegenden auf die Witterungszustände ausüben wird. Ich verweise hier insbesondere auf die Besprechung dieser Untersuchungen, welche Herr Professor Dr. Köppen im Aprilheft der meteorologischen Zeitschrift (Jahrgang 1886, S. 158 ff.) in eingehender und klarer Weise gegeben hat.

Auf den schönen Untersuchungen Hoffmeyer's fussend, welchen er billig die höchste Bedeutung beilegt, und mit Anerkennung der Leistungen des Herrn Teisserenc de Bort behandelt Herr van

Bebber selbstständig die Frage — nicht, wie es so mancher macht, nach blossen Eindrücken und Anschauungen, sondern gewissenhaft mit exacter Sichtung der verschiedenen Fälle und unter stetiger Berücksichtigung seiner eigenen Erfahrungen und Untersuchungen.

Der Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit wird neben der Luftdruckvertheilung an der Erdoberfläche und in grösserer Höhe das gehörige Gewicht beigelegt; die Eigenschaften und das Verhalten der Cyclonen werden in Anlehnung an die grossen atmosphärischen Bewegungen betrachtet und zu jedem Falle ein Beispiel gegeben, wonach man sich richten kann.

Natürlich ist es jetzt noch nicht gelungen, die unendlichen Verschiedenheiten und die tausendfachen Umwandlungen zu ordnen und zu bewältigen, aber Jeder, der diese gehaltreiche Arbeit eingehend liest, wird dadurch belehrt werden und angeregt, auf dieser Bahn weiter fortzuschreiten.

Keiner, dem das Aufstellen von Witterungsprognosen obliegt, kann dieses Handbuch des Herrn van Bebber entbehren, jeder wird darin Anleitung finden, wie er die Sache angreifen und fördern soll.

Utrecht, den 3. Juni 1886.

Buys Ballot.

Inhalt.

Seite

Einleitung . 1

I. Gegenwärtiger Zustand der Wettertelegraphie und einige Vorschläge zur Verbesserung derselben 13

1) Systeme der Wettertelegraphie 13

2) Die Benutzung des Telegraphen 15

3) Beobachtungsnetz und Beobachtungszeiten 20

4) Form und Inhalt der Wettertelegramme 42

5) Die Bearbeitung des Depeschenmaterials, der Wetterdienst . 50

Erklärung von Ausdrücken für Witterungserscheinungen . . 67

6) Die Verwerthung des Depeschenmaterials 74

II. Grundlage der ausübenden Witterungskunde 114

1) Klimatische Constanten 114

a) Temperatur der Luft 115

b) Luftdruck und Wind 130

c) Meeresströmungen 145

d) Feuchtigkeit der Luft, Thau, Nebel und Wolken . . . 146

e) Regenmenge und Regenhäufigkeit 152

f) Gewitter 162

g) Windrosen 168

2) Barometrische Maxima (Anticyclonen) 172

3) Barometrische Minima (Cyclonen) 185

a) Aeltere Ansichten 185

b) Neuere Ansichten, insbesondere in Bezug auf die Entstehung der Cyclonen 201

c) Form, Ausdehnung, Höhe und Axe der Cyclonen . . . 220

d) Luftbewegung in Cyclonen 225

e) Vertheilung der meteorologischen Elemente in den Cyclonen (und Anticyclonen). 241

f) Geographische Vertheilung der Minima 254

g) Tiefe, Veränderlichkeit, Entstehen und Verschwinden der Minima . 258

h) Fortpflanzung der barometr. Minima 266

α) Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima . . . 266

β) Fortpflanzungsrichtung der Minima 273

γ) Zugstrassen der Minima im Allgemeinen 276

Seite

i) Typische Witterungserscheinungen 280
α) Frequenz der einzelnen Zugstrassen 283
β) Mittlere Tiefe der Minima auf den Zugstrassen. Sturmcentra 285
γ) Mittlere Geschwindigkeit der Minima auf den Zugstrassen 287
δ) Vertheilung des Luftdrucks und der Windstärke in der Umgebung des Depressionscentrums 287
ε) Temperaturvertheilung in der Umgebung des Depressionscentrums 290
ζ) Abnorme Bahnen der Minima 299
η) Erhaltungstendenz bei den einzelnen Zugstrassen . 301
ϑ) Bedeutung der Zugstrassen für die Witterungserscheinungen in unseren Gegenden 303

III. Anleitung zur Aufstellung von Wetterprognosen auf Grund der Wetterkarten . 344
IV. Bestrebungen in Frankreich, Grossbritannien und Italien zur Förderung der Wetterprognose 362
V. Die Anwendung localer Beobachtungen auf die Wetterprognose . . 384
VI. Prüfung der Wetterprognosen und Sturmwarnungen und Resultate 404
VII. Wetterprognosen auf längere Zeit voraus 417
VIII. Aufeinanderfolge der unperiodischen Witterungserscheinungen . . 438
IX. Die räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge. Prognosenbezirke . 448

Anhang I. Das Manövriren der Seeschiffe bei Stürmen 456
Praktische Regeln für Seeleute in tropischen Wirbelstürmen . . . 467
Anhang II. Hilfstafeln 470
Literatur und Bemerkungen 480
Register zum I. und II. Band dieses Handbuches 495

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Einleitung.

Die Meteorologie hat zur Aufgabe das wissenschaftliche Studium der atmosphärischen Erscheinungen, die wir mit dem Gesammtausdrucke „Wetter“ bezeichnen. Ihr Object bildet die Kenntniss der physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre und der in dieser sich vollziehenden Vorgänge. Ein Theil dieser Aufgabe, welcher dem als Klimatologie bezeichneten Zweige unserer Wissenschaft zufällt, ist die Festlegung der verschiedenen Klimate und die Erforschung der Gründe und Umstände, welche diese Verschiedenheit bedingen. Da nun das Dasein der Luft unsere Existenz bedingt und unser materielles und geistiges Wohl mit den atmosphärischen Vorgängen in innigstem Zusammenhange steht, so erscheint es natürlich und überaus wichtig und lohnend, alle Kenntnisse, welche wir über die Beschaffenheit und die Veränderungen der Atmosphäre und des Wetters uns nach und nach erwerben, auch für die Praxis möglichst zu verwerthen. Diesen Zweig der Meteorologie, dessen Hauptaufgabe darin besteht, aus diesen meteorologischen Forschungen Nutzen für die Praxis zu ziehen, wollen wir mit dem Namen „ausübende Witterungskunde“ bezeichnen, deren letztes Ziel die sichere Vorherbestimmung des Wetters bildet.

Kein Vorgang hat auf die menschlichen Lebensverhältnisse einen so direkten und allgemeinen Einfluss, als die Witterungserscheinungen und daher kommt es, dass schon von den frühesten Zeiten an die Menschen sich allgemein für diese interessirten und sich mit der Lösung des Problemes, das Wetter vorauszusagen, beschäftigten.

Verfolgt auch die ernste Wissenschaft, getragen von der Begeisterung und dem Wahrheitstriebe ihrer Vertreter ihre Bahn, unbekümmert um die äusseren Erfolge, so bleibt in der Witterungskunde immerhin die Anwendung des Erforschten auf die Praxis der Hauptzielpunkt, wenn derselbe auch oft nicht so ganz deutlich zu Tage tritt. Die viele Jahre hindurch mühsam angestellten Beobachtungen, die daraus berechneten Mittelwerthe, die Festlegung und Vergleichung der verschiedenen Klimate, das Studium ihrer Veränderungen, alle diese Bestrebungen haben eine eminent praktische Seite; auch die langwierigen Sammlungen, Rechnungen und Forschungen auf dem Gebiete der maritimen Meteorologie haben als Hauptzweck, den Seefahrern durch das Auffinden der günstigen Winde und Strömungen die Reisen möglichst zu verkürzen und die Gefahren zu vermindern.

Kein Stand, kein Beruf, kein Gewerbe kann sich den meteorologischen Einflüssen ganz entziehen, die in alle Verhältnisse des animalischen und vegetabilischen Lebens unmittelbar und bestimmend eingreifen. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, welch' grossen Nutzen der Landwirth aus der genauen Kenntniss des jeweiligen Witterungscharakters der bevorstehenden Jahreszeiten oder auch nur der nächsten Tage ziehen könnte; wie sehr hoch der Seemann sichere, rechtzeitige Warnungen vor hereinbrechenden Stürmen schätzt, welch hohe Bedeutung der Arzt insbesondere den Schwankungen der meteorologischen Elemente beilegt. Es ist Thatsache, dass vor wenigen Jahren die Meteorologie fast plötzlich in der Gunst des Publikums stieg, und die gebildete Welt mit grossem Interesse die Fortschritte der Meteorologie verfolgte, welche in zahlreichen Zeitschriften und Tagesblättern behandelt wurden. Dieser merkwürdige Enthusiasmus ist aber leicht erklärlich, wenn wir bedenken, dass die Grundidee der meisten dieser Veröffentlichungen darauf hinausging, dass es jetzt auf Grundlage der neueren Forschungen endlich gelungen sei, das Wetter für kürzere oder längere Zeit mit ziemlicher Sicherheit vorauszusagen, und hieraus ein eminenter Vortheil gezogen werden könne. Selbst die Gemüthsstimmung und der Geisteszustand des Menschen, ja ganzer Völker, wird durch die jeweiligen oder durch die den verschiedenen Klimaten eigenthümlichen Witterungsverhältnisse in hohem Grade beeinflusst. „Jeder Mensch, sagt Dove[1]), „seine Thätigkeit sei noch so sehr durch die Anforderungen des bürgerlichen Lebens auf einen bestimmten Kreis

von Geschäften angewiesen, hat doch eine Seite, nach welcher er sich zur Natur verhält, und wäre es auch nur die, nach der er sie gewähren lässt, und wer kann sich ihr entziehen? Wenn wochenlang der Himmel mit einem einförmigen Grau bedeckt ist, so werden am Ende auch wir trübe; wenn er endlich aber wieder hell wird, werden auch wir heiter. So sind wir ein treuer Spiegel des Himmels über uns, wir gehen ein in seine Launen und jeder ist in diesem Sinne nicht nur ein Meteorologe, sondern so zu sagen die Meteorologie selbst. Aber dieses passive Ergehen macht bald dem Bedürfnisse Platz, die Sprache zu verstehen, in der die Natur zu uns redet, in dem Wechsel das Bestehende, in der scheinbaren Willkür das Gesetz nachzuweisen." „Heiter und üppig sind die Bilder, welche südliche Phantasie geschaffen, aber meist ernst und trübe steigen die Mythen und Sagen nördlicher Literatur hervor; fast allenthalben zeigen sich hier düstere Bilder und selbst die Freude tritt nur hervor im Gegensatze zu gegenüberstehendem Schmerze. So steht selbst die Literatur eines Volkes in geheimnissvollem Zusammenhange mit den meteorologischen Elementen des von ihm bewohnten Theiles des Erdballes [2])."

Kurz, die Beziehungen und Anwendungen der Meteorologie auf alle menschlichen Verhältnisse sind so mannigfaltig und allgemein, dass die sorgfältige Pflege dieser Wissenschaft für alle Menschenclassen der ganzen civilisirten Welt von der grössten Wichtigkeit ist, und diese Wissenschaft verdient, das Gemeingut der ganzen Menschheit zu werden.

Hauptsächlich machte sich zu allen Zeiten das Bedürfniss fühlbar, die künftigen Witterungsverhältnisse vorauszusehen und daher suchte man schon seit uralter Zeit nach Anzeichen, welche als Anhaltspunkte zur Vorhersage der Witterung dienen konnten. Wie sehr unsere Wissenschaft von Alters her mit den mannigfachsten Formen des Aberglaubens zu kämpfen hatte, wie sehr ihr Fortgang dadurch gehemmt und wie die Würde der Wissenschaft hierunter zu leiden hatte, habe ich im ersten Theile dieses Handbuches ausführlich besprochen. Je schwieriger das Problem der Vorausbestimmung des Wetters war, je verborgener und geheimnissvoller die Ursachen der Witterungserscheinungen und ihrer Umwandlungen erschienen, je geringer desshalb die Erfolge waren, die man trotz aller unausgesetzten Bestrebungen zu erringen vermochte, und je mehr man an der Möglichkeit zweifelte, überhaupt einen causalen Zu-

sammenhang zwischen den launenhaften Witterungsphänomenen aufzufinden, um so mehr suchte man, den sicheren Boden der Erfahrung verlassend, den Grund aller Witterungserscheinungen ausserhalb der Erde. Gewohnt, die Aenderungen in der Körperwelt nur lebenden Personen zuzuschreiben, leitete die menschliche Einbildungskraft in ihrer unmittelbaren Anschauung alle Wettervorgänge von Wesen ab, welche sie schaffen und lenken, entweder wohlwollend und segenbringend, oder schädlich und verderblich den menschlichen Verhältnissen. Dementsprechend glaubte man einerseits, dass die Witterungserscheinungen von den Göttern persönlich und willkürlich geleitet würden, andererseits war man der Ansicht, dass es ausserdem noch gewisse geheimnissvolle Kräfte und Wesen giebt, wodurch gewisse schädliche oder nützliche Aenderungen in der Natur hervorgebracht werden könnten und hervorgebracht würden. Dann war es der glänzende Sternenhimmel, welchem sich insbesondere das Alterthum und das Mittelalter mit grosser Verehrung zuwandten und in welchem, wie in einem grossen geheimnissvollen Buche, die Geschicke der Menschen und Naturerscheinungen, also auch des Wetters niedergeschrieben sein sollten, eine Schrift, welche zu enträthseln der Mensch sich zu allen Zeiten jede erdenkliche Mühe gab. Aber unter diesen Sternen schien nächst der Sonne der Mond der bei weitem mächtigste Himmelskörper zu sein, und sein Lauf und seine stetig wechselnden Phasen, welche die Launenhaftigkeit des Wetters gewissermassen symbolisirten, mussten schon frühzeitig zu dem Gedanken führen, dass er zu den Witterungszuständen und deren Verlauf eine ganz besondere Beziehung habe, um so mehr, als die ganz unzweifelhaften Einflüsse der Sonne, insbesondere aber in Bezug auf die jährlichen Perioden, sofort erkannt wurde und diese Erkenntniss zu Analogieschlüssen unmittelbar führen musste. Dieser uralte Aberglaube, den die Schriftsteller des Alterthums in Prosa und Poesie der Nachwelt vererbt haben, dauert durch Alterthum und Mittelalter bis in die helle Zeit unseres Jahrhunderts fort. Allerdings wurde in neuerer Zeit die Frage über den Einfluss des Mondes auf die Witterung mit ernster Wissenschaftlichkeit betrieben und hervorragende Gelehrte haben sich daran betheiligt; allerdings gelang es, einige sehr schwache Beziehungen des Mondes mit Bestimmtheit festzusetzen, allein eine genaue Abwägung aller vorher erhaltenen Untersuchungsresultate ergab das Gesammt-Facit, welches wir im ersten Theile dieses Buches aussprachen: „Es ist nach dem jetzigen

Stande der Mondmeteorologie durchaus verfehlt und jeder Wissenschaftlichkeit widersprechend, auf Mondeinflüsse Wetterprognosen zu gründen und es ist ein solches Vorgehen den astrologischen Bestrebungen fast gleich zu achten. Ferner ist es unwahrscheinlich, dass in Zukunft vom Monde abgeleitete Anhaltspunkte für eine brauchbare Wetterprognose aufgefunden werden, obgleich nicht absolut unmöglich, da nicht alle Beziehungen untersucht und ausserdem die Untersuchungsmethoden vielfach mangelhaft sind.“ Dass die Kometen und Meteoriten auf unsere Witterungsvorgänge keinen Einfluss haben können, braucht wohl kaum der Erwähnung. Auch die Sonnenflecken bieten, wenigstens nach dem jetzigen Stande unserer Erkenntniss, keine genügenden Anhaltspunkte für die Wetterprognose, obgleich ein Zusammenhang der Sonnenfleckenhäufigkeit mit den Veränderungen in unserer Atmosphäre wohl nicht zu leugnen ist. Der periodische Gang der Witterungserscheinungen in Bezug auf die Fleckenhäufigkeit ist so vielen dem Wesen nach unbekannten Störungen ausgesetzt, dass sich eine feste allgemein gültige Regel für den Zusammenhang des Ganzen beider Erscheinungen nicht ableiten lässt. Endlich sei noch der Wetterregeln, welche aus gewissen Erscheinungen des Thier- und Pflanzenlebens oder aus der unbelebten Natur abgeleitet sind, sowie auch der Bauernregeln, Loos- und Noteltage gedacht, welche meistens aus dem Alterthume sich zu uns vererbt haben. Auch diese sind nicht geeignet, eine brauchbare Grundlage für die Wetterprognose abzugeben.

Erst in der neuesten Zeit hat sich die meteorologische Wissenschaft fast gänzlich freigemacht von allen oben genannten fruchtlosen Bestrebungen, die nur nachtheilig auf die Entwickelung unserer Erkenntniss wirken können, und ausgestattet mit allen Hilfsmitteln der Statistik und der Analysis, bewegt sich die Forschung auf dem sicheren Boden der Erfahrung und der gesunden, nüchternen Anschauung, nicht rechts oder links, nicht oben oder unten die Lösung des Problems aufsuchend, sondern aus den Erscheinungen selbst und deren Verkettungen endgültige Gesetze ableitend.

Durch die neue Forschungsmethode, deren Wesen ich noch unten näher besprechen werde, wurde unsere Erkenntniss sehr wesentlich bereichert und eine Reihe wichtiger Gesetze aufgefunden, von denen ich das barische Windgesetz namentlich hervorhebe, dessen weitere allmähliche Ausbildung in den letzten 30 Jahren einen vollständigen Umschwung in der meteorologischen Wissenschaft und in

ihrer Stellung zu der ganzen civilisirten Welt hervorrief. Aber wie der Wanderer von jedem neuerstiegenen Berge neue Landschaften, neue Gebirge erblickt, die noch der Erforschung harren oder die weitere Aussicht hemmen, so eröffnen sich auch in unserer Wissenschaft bei jedem Schritte, den wir vorwärts machen, neue Schwierigkeiten, neue Räthsel. Wo ist in dem ewigen bunten Wechsel der Erscheinungen der Ruhepunkt aufzufinden, was ist Wirkung, was ist Ursache? Wie schwer ist es nicht, das zufällige oder nothwendige zeitliche Nebeneinandergehen zweier verschiedener Erscheinungen genau zu unterscheiden und den wirklichen inneren Zusammenhang dort nachzuweisen, wo er auch in der That vorhanden ist, wie schwer, überall richtig das Bedingende von dem Bedingten zu unterscheiden? Könnten wir in der Meteorologie ebenso wie in den übrigen physikalischen Wissenschaften das Experiment anwenden, könnten wir das Untersuchungsobjekt den mannigfachsten Bedingungen nach Willkür unterwerfen, könnten wir die Kräfte einzeln und in beliebiger Verknüpfung auf dasselbe wirken lassen, so würde es nicht so schwer sein, die Wechselwirkung der einzelnen meteorologischen Elemente ihrem Werthe nach festzulegen, und wir würden so zu den bedeutendsten Resultaten rasch und sicher gelangen; allein die Meteorologie ist bei ihren Forschungen fast ausnahmslos auf die direkte Beobachtung der Witterungserscheinungen, auf die Untersuchung ihrer Häufigkeit, ihrer Aufeinanderfolge und die Vergleichung derselben angewiesen, wobei nicht die Wirkung der einzelnen isolirten Elemente, sondern stets die Gesammtwirkung aller in die Untersuchung hineingezogen werden muss.

Ferner leben wir am Boden des die Erde einhüllenden Luftmeeres, die obersten Regionen sind der direkten Beobachtung so gut wie unzugänglich. Was wir über die Vorgänge derselben wissen, haben wir nur aus Schlüssen, aus Analogien abgeleitet. Andererseits werden die Beobachtungen, welche wir an der Erdoberfläche über atmosphärische Erscheinungen anstellten, durch mancherlei Umstände beeinflusst, wie z. B. durch das orographische Relief, angrenzende Meere oder Seen, die Vegetationsdecke u. s. w., so dass also an nahe gelegenen Orten die Witterungselemente sehr von einander abweichend sein können. Dabei sind die Hauptursachen, welche bei uns die jeweiligen Witterungszustände bedingen, nicht am einzelnen Orte noch auf beschränktem Gebiete zu suchen, sondern ihr Wirkungskreis und ihre Wechselwirkung ist ein ausserordentlich

grosser, der meistens über ganze Welttheile und Oceane sich erstreckt.

Alle atmosphärischen Vorgänge haben ihren Hauptgrund in der Sonnenstrahlung. Die der Erde zugestrahlte Sonnenwärme dient theils zur Temperaturerhöhung der Erdoberfläche, theils zur molekularen und mechanischen Arbeit. Durch die Umwandlungen von Wärme in Arbeit, und umgekehrt von Arbeit in Wärme (Latent- und Freiwerden der Wärme), durch den beständigen Transport verschieden temperirter Luft- und Wassermassen aus der einen Gegend in die andere, durch die ungleiche Vertheilung und das ungleiche Verhalten von Wasser und Land und endlich durch die zweifache Bewegung unserer Erde, werden die Witterungserscheinungen so sehr verwickelt, dass ein periodischer Gang der meisten meteorologischen Elemente mit der Sonnenstrahlung fast nicht mehr erkennbar ist.

Wenn wir alle diese eben dargelegten Schwierigkeiten gehörig erwägen, wird es uns erklärlich, dass die meteorologische Wissenschaft nur langsame Fortschritte machte, zumal da man sich bis in die neueste Zeit fast ausschliesslich einer Methode bediente, die allein nicht zu einem ganz befriedigenden Ziele führen kann, nämlich der Methode der Mittelwerthe[3]). Diese Methode lehrt uns zwar den klimatischen Charakter eines Ortes oder eines grösseren Gebietes kennen und durch die Anwendung derselben ist, namentlich von Dove, ausserordentlich Vieles geleistet worden, aber über den scheinbar regellosen, ja launenhaften Gang der Witterung, die Mannigfaltigkeit im Witterungswechsel, die diesen bedingende Wechselwirkung der einzelnen Faktoren, den Zusammenhang der einzelnen Witterungserscheinungen mit den allgemeinen atmosphärischen Vorgängen, über alles dieses giebt uns die Methode der Mittelwerthe keinen genügenden Aufschluss. Nach der neueren synoptischen Methode werden die einzelnen Phasen in den Witterungserscheinungen, die auf grösserem Gebiete gleichzeitig stattfinden, unmittelbar erfasst, fixirt und verglichen, und so wird den getrennten Erscheinungen der Charakter des continuirlich Fortschreitenden verliehen. Beide Methoden scheinen auf den ersten Blick schroff einander gegenüberzustehen, und namentlich zwingt die Anwendung der neueren Methode, manche durch Autorität sanctionirte Ansicht fallen zu lassen; aber bei reiflicher Ueberlegung scheint es nicht allein möglich, sondern auch zur Förderung der Wissenschaft geboten, die beide

Methoden trennende Kluft zu überbrücken und beide vereinigt bei unseren Forschungen anzuwenden. Ich werde in diesem Theile meines Handbuches zu zeigen haben, in wie weit und mit welchem Erfolg dieses zur Durchführung gelangt ist.

Zwei Ursachen namentlich waren es, welche der neueren Methode in der ganzen civilisirten Welt Eingang verschafften und ihr raschen Aufschwung verliehen, nämlich die Einführung der Telegraphie in den meteorologischen Dienst und der praktische Nutzen, der aus der Vorausbestimmung des Wetters gezogen werden konnte. Mit Hilfe der neuen Methode war es erst in der neuesten Zeit der meteorologischen Wissenschaft beschieden, ein auf wissenschaftlicher Grundlage und Erfahrung beruhendes Urtheil über die zu erwartende Witterung abzugeben, wenngleich die Wahrscheinlichkeit des Zutreffens der Vorhersagen wegen der oben besprochenen Schwierigkeiten nur nach und nach grösser wird. Die erste erfolgreiche Anwendung der Meteorologie geschah in einem Berufe, bei dessen Ausübung Wind und Wetter in erster Linie zu berücksichtigen sind, und dessen Erfolg von den atmosphärischen Vorgängen ganz besonders abhängig ist. Der Seefahrer und der Küstenbewohner, welcher sich mit Fischerei und andern mit dem Seewesen in Verbindung stehenden Verrichtungen beschäftigt, hat ununterbrochen sein Augenmerk auf das Wetter zu richten, und die Kenntniss der Gesetze, welche den Witterungserscheinungen zu Grunde liegen, sind für die Ausübung seines Berufes von eminenter Bedeutung. Schon vor geraumer Zeit hat sich die Wissenschaft bemüht, hier hilfreiche Hand zu bieten, als Dove sein berühmtes Gesetz der Stürme und der Drehung des Windes herausgab. Für denselben Zweck schrieben Reid, Piddington, Espy u. A. und wenn auch in ihren Werken die Resultate und ihre praktische Anwendung auf die Schifffahrt erheblich unter einander abwichen, so waren doch diese Bestrebungen, die allgemeinen Lehrsätze der Meteorologie für die Seefahrt zu verwerthen, von entschiedenem Erfolge, insbesondere in Bezug auf die tropischen Stürme, welche einen viel regelmässigeren Verlauf haben, als die Stürme in unseren Gegenden. Bei der weiteren stetigen Anwendung und der daraus entspringenden Entwickelung und Verbesserung dieser Lehrsätze kam man bald dahin, für verschiedene tropische Küstengegenden die verheerenden, die Passate und Monsune begleitenden Orkane aus den Luftdruck- und Wärmeveränderungen, sowie aus verschiedenen charakteristischen

Anzeichen in der Himmelsansicht, mit ziemlich sicherem Erfolge vorherzusagen. Viel unregelmässiger und complicirter sind, wie eben gesagt, die Sturmphänomene in unseren Breiten, so dass eine richtige allgemeine Charakteristik derselben erst in der letzten Zeit aufgestellt werden konnte.

Obgleich diese Stürme, wie die tropischen, Wirbelstürme sind, bei denen die Luft um einen Ort niedrigen Luftdrucks kreist, auf der nördlichen Hemisphäre gegen die Bewegung der Uhrzeiger, auf der südlichen mit derselben, so ist, abweichend von dem Verhalten der tropischen Stürme, die Vertheilung der Sturmfelder um das Barometerminimum sehr ungleichartig und die Fortpflanzungsrichtung des Sturmcentrums mannichfachen, scheinbar regellosen Schwankungen unterworfen, Unregelmässigkeiten, die nur nach und nach mit fortschreitender Forschung vollständig aufgeklärt werden können. Wenn auch die Sturmwarnungen, welche jetzt in allen Seefahrt treibenden Staaten eingerichtet sind, für unsere Breiten noch manche Unvollkommenheiten zeigen, die wir durchaus nicht verkennen wollen, so ist es doch gelungen, durch langjährige, mit stetiger, unermüdlicher Forschung Hand in Hand gehende Erfahrung ein Sturmwarnungssystem zu schaffen, welches für den dabei interessirten Theil der Küstenbevölkerung segensreiche Früchte trägt und sich die allgemeine Achtung erworben hat. Freilich vermisst man bei dem der Sache ferne stehenden Publikum vielfach ein gründliches, vorurtheilsfreies Abwägen der Bedeutung des Sturmwarnungswesens und häufig auch wohl den Ernst im Urtheile, ein Umstand, der auf die gedeihliche Entwickelung des Systemes und auf die Arbeitslust der mit der Pflege der ausübenden Witterungskunde betrauten Männer sehr störend einwirkt; allein frage man die Männer, welche an den Erfolgen und der Entwickelung des Sturmwarnungswesens ein unmittelbares und grosses Interesse haben, und von Vorurtheilen nicht befangen sind, so wird man, geringe Ausnahmen abgerechnet, günstige und anerkennende Urtheile hören [4]).

Viel complicirter, wie die Anwendung der Meteorologie im Interesse der Küstenbevölkerung, die fast ausschliesslich auf die Richtung und Stärke des Windes und ihre Aenderungen gerichtet ist, stellt sich die Verwerthung der Witterungskunde für die Zwecke des Binnenlandes, hauptsächlich der Landwirthschaft. Der Landmann kümmert sich sehr wenig um die Windverhältnisse, wenn sie nicht zum verderbenbringenden Sturm ausarten, für ihn sind Wärme

und Niederschläge von der höchsten Bedeutung, und gerade diese sind viel schwieriger mit nur einiger Wahrscheinlichkeit des Eintreffens vorherzusagen, als Richtung und Stärke des Windes, welche letzteren mit der Vertheilung des Luftdruckes in unmittelbarem Connex stehen. Es kann nicht geleugnet werden, dass die Wetterprognose im Interesse der Landwirthschaft entschiedene Mängel besitzt, so dass auf diesem Felde noch manche Schwierigkeit hinwegzuräumen ist.

Der ausübenden Witterungskunde im Interesse der Landwirthschaft tritt insbesondere eine grosse Schwierigkeit entgegen, die ausserordentlich schwer zu beseitigen ist. Der gegenwärtige Prognosendienst auf wissenschaftlicher Grundlage beschränkt sich nur darauf, Witterungsaussichten blos für die folgenden 24 oder höchstens 36 Stunden zu geben und dabei gelangt diese Prognose erst viele Stunden nach ihrer Ausgabe und meistens aus zweiter Hand zur Kenntniss des Publikums. Diese Angaben sind allerdings verwerthbar, um so mehr, als hierbei die Erhaltungstendenz des Wetters in Betracht kommt, allein einen Dienst von unschätzbarem Werthe würden wir der Landwirthschaft erweisen, wenn wir ihr verwerthbare Anhaltspunkte über den Charakter und den Verlauf der Witterung für längere Zeit geben könnten. In wie ferne dieses lange ersehnte Ziel der ausübenden Witterungskunde erreichbar ist, werde ich in diesem Buche noch zu zeigen versuchen.

„Wenn auch Alles aufgeboten wird," bemerkt Neumayer [5]), „was darauf berechnet ist, die Schwierigkeiten, die einer wirksamen Anwendung der Witterungskunde im alltäglichen Leben entgegenstehen, zu beseitigen, so bedarf es, um den angestrebten Zweck in vollem Umfange zu erreichen, der Mitwirkung von Seiten des Publikums. Es genügt nicht, dass der Staat an Umsicht und Mitteln Alles aufbietet, um ein System der Wettertelegraphie zu organisiren und dasselbe durch competente Gelehrte und Beamte verwalten zu lassen. Auch die vortrefflichste Institution kann nur dann ihre Aufgabe erfüllen, wenn das Publikum, die Klasse der Bevölkerung, zu deren Vortheil Einrichtungen dieser Art ins Leben gerufen wurden, sich eifrig bemüht, ein Verständniss der derselben zur Grundlage dienenden Ideen zu erwerben — in den Geist derselben einzudringen, was in keiner Weise wirksamer erstrebt werden kann, als durch Erziehung zu einem solchen Verständnisse in den Schulen. Allein vor Allem hat auch die Presse den Beruf, hierin ihre ein-

flussreiche Hilfe zu gewähren, indem sie meteorologische Berichte, Thatbestände und Wahrscheinlichkeiten über den Verlauf der zu erwartenden Witterung durch ihre Spalten verbreitet, und zwar nicht etwa nur in Zeiten ausserordentlicher atmosphärischer Störungen, sondern Tag für Tag zum mindesten einmal und in ununterbrochener Reihe. Durch den steten Gebrauch solcher Mittheilungen wird das Publikum nach und nach in den Geist derselben eingeführt und dadurch zu einem für den angestrebten Zweck erforderlichen Verständnisse hingeleitet."

Für die Verbreitung des Verständnisses der ausübenden Witterungskunde ist in den letzten 10 Jahren viel gethan worden, insbesondere in Deutschland, wo vor dem Jahre 1875 dieser Zweig der Meteorologie dem Publikum fast vollständig unbekannt war; und ausser dem 1872 in Prag erschienenen Lehrbuch der allgemeinen Erdkunde so gut wie keine vom Standpunkte der modernen Meteorologie geschriebenen und dem grösseren Publikum zugänglichen Werke vorhanden waren, wogegen die existirenden Schriften entweder auf alten unhaltbaren Ansichten fussten, oder aber Altes mit Neuem oft in unvereinbarer Weise verschmolzen. Seit dieser Zeit ist eine ziemlich grosse Anzahl kleinerer Schriften und insbesondere die deutsche Uebersetzung von Mohn's „Grundzüge der Meteorologie" erschienen und ausserdem fand Seitens der Seewarte eine tägliche umfangreiche Berichterstattung statt, sei es durch Wetterkarten oder Zeitungsberichte oder Hafentelegramme. Diese Publikationen hatten den entschiedenen Erfolg, dass wenigstens die einfachen Grundsätze der modernen Witterungskunde bei einem grossen Theile des gebildeten Publikums Eingang fanden, und veraltete Anschauungen über Wind und Wetter nach und nach zum Theil beseitigt wurden.

Auch dieses Buch, dessen Plan und Einrichtung aus dem vorstehenden Inhaltsverzeichnisse ersichtlich ist, ist dazu bestimmt, der Kenntniss der Grundsätze der modernen Meteorologie, insbesondere aber der ausübenden Witterungskunde, eine allgemeinere Verbreitung zu verschaffen, und dasjenige Publikum, welches Interesse daran hat, die Grundlage, worauf die Wetterprognosen beruhen und die Principien der Wettervorhersage kennen zu lernen, in Stand zu setzen, sich ein eigenes, gegründetes Urtheil über die Wetterlage und deren wahrscheinlichen Verlauf zu bilden. Ein anderer Hauptzweck dieses Buches besteht darin, für die Schule ein Buch zu schaffen, welches in systematischer Ordnung alles Wissenswerthe enthält, was auf dem

Gebiete der ausübenden Witterungskunde durch die neuere Forschung und durch Erfahrung erreicht ist. Denn nicht nur ist es nothwendig, dass die Witterungskunde in den Schulen gelehrt wird, sie soll auch vor Allem richtig gelehrt werden. Eine Reihe von Jahren habe ich mich in meinem Berufe als Abtheilungsvorstand für Sturmwarnungen, Wettertelegraphie und Küstenmeteorologie an der Deutschen Seewarte ausschliesslich mit ausübender Witterungskunde beschäftigt und will jetzt versuchen, die Erfahrungen und Untersuchungen, welche ich auf diesem Gebiete gemacht habe, neben denjenigen Anderer in diesem Buche möglichst übersichtlich darzulegen. Wie im ersten Theile habe ich es versucht, soweit es unbeschadet der Wissenschaftlichkeit geschehen konnte, eine möglichst gemeinfassliche Darstellungsmethode anzuwenden; in wie ferne mir dieses gelungen ist, überlasse ich dem Urtheile des Lesers.

I. Gegenwärtiger Zustand der Wettertelegraphie und einige Vorschläge zur Verbesserung derselben[6]).

1) Systeme der Wettertelegraphie.

Vergleichen wir die verschiedenen wettertelegraphischen Systeme in Europa und Nordamerika mit einander in Bezug auf die Benutzung des Telegraphen für den Wetterdienst, die Organisation des hierzu erforderlichen Beobachtungsnetzes und die Verwerthung der Telegramme für die mannigfachen praktischen Zwecke des Berufslebens, wie sie aus den verschiedenen natürlichen und politischen Verhältnissen der einzelnen Länder, sowie aus der Entstehung und weiteren Entwickelung des Witterungsdienstes hervorgingen, so findet man eine Reihe beträchtlicher Unterschiede, welche sich auf drei Hauptverschiedenheiten zurückführen lassen, so dass wir drei Systeme der Wettertelegraphie unterscheiden können: das europäische continentale, das englische und das amerikanische System. Die charakteristischen Unterschiede dieser drei Systeme sind folgende[7]):

a) Das europäische continentale System ist aus dem französischen, von Leverrier gegründeten, hervorgegangen und erstreckt sich über den ganzen europäischen Continent. Dieses System hat sich nach und nach entwickelt und erheblich vervollkommnet, indessen sind die Grundzüge im Grossen und Ganzen ziemlich dieselben geblieben. Die Wettertelegramme werden von den Telegraphenverwaltungen theils unentgeltlich, theils mit Ermässigungen, theils mit voller Gebührenentrichtung befördert und in den beiden ersteren Fällen im Allgemeinen als Diensttelegramme behandelt; für die gedeihliche Wirksamkeit dieses Systemes ist der internationale Depeschenverkehr, sowohl mit benachbarten als auch entfernten, insbesondere nach Westen und Norden hin liegenden Ländern durchaus nothwendig; die Versendung der Wettertelegramme von Seiten

der Beobachter erfolgt meistens unentgeltlich oder doch nur mit einer geringen Gegenleistung; die Beobachtungen werden nach Ortszeit angestellt, dabei sind die Beobachtungszeiten in den verschiedenen Ländern vielfach von einander verschieden. Meistens kommt von den Stationen nur ein Morgentelegramm zur Versendung, welchem indessen in der Regel die Beobachtungsdaten vom vorhergehenden Abend beigefügt sind; die Verwerthung der Wetterdepeschen endlich geschieht durch tägliche Telegramme an Hafenplätze und Zeitungen, sowie durch tägliche Bulletins, und zwar in Verbindung mit Sturmwarnungen und Wetterprognosen.

Zu diesem Systeme gehört der Hauptsache nach auch der wettertelegraphische Dienst an der Deutschen Seewarte. Da dieses Institut erst in dem Jahre 1876 ins Leben trat, so konnten bei der Organisation desselben die bisher gesammelten Erfahrungen anderer Systeme berücksichtigt und möglichst verwerthet werden. Hauptsächlich zu diesem Zwecke fand am 11. bis 14. December 1875 in Hamburg eine Conferenz statt, in welcher die wichtigsten Punkte besprochen wurden, welche sich auf den Witterungs- und Signaldienst in Nordwesteuropa beziehen[8]). Nach reiflicher Ueberlegung erschien es geboten, einige Einrichtungen, welche sich bei dem englischen und amerikanischen Systeme bewährt hatten, auch für die deutsche Wettertelegraphie zu verwerthen. Für die Wetterdepeschen nach und von der Seewarte wurde von der Telegraphenverwaltung eine Pauschsumme bewilligt und der wettertelegraphische Verkehr in der Weise geregelt, dass die Depeschen im inländischen Verkehr als Staats-, im ausländischen als Dienstdepeschen behandelt wurden. Die Einrichtung, dass in der ruhigeren (wärmeren) Jahreszeit an der Seewarte täglich 2mal, in der unruhigeren (kälteren) Jahreszeit täglich 3mal Wettertelegramme einlaufen, ist mit derjenigen im englischen System übereinstimmend.

b) Das englische System ist aus dem vom Admiral Fitzroy ins Leben gerufenen hervorgegangen und hat manche Berührungspunkte mit dem europäisch-continentalen und mit dem viel später entstandenen amerikanischen; durch die exponirte nach Westen hin vorgeschobene Lage der britischen Inseln haben die Telegramme aus dem Auslande viel weniger Werth, als die des Inlandes, wesshalb die Telegramme des Inlandes gegen die des Auslandes sowohl der Anzahl als der Bedeutung nach in hohem Maasse überwiegen, nur die Küstenstationen von Bodö (67° nördl. Breite) bis Corunna (43° nördl. Breite) sind von grösserer Bedeutung; die telegraphischen

Berichterstatter erhalten eine mässige Remuneration (260—400 Mk.) und die Beobachtungen, welche Morgens, in beschränkter Zahl auch Nachmittags und Abends einlaufen, werden soweit sie das Inland betreffen, alle nach Greenwicher Zeit angestellt, während die vom Auslande einlaufenden Beobachtungen sich auf Ortszeit beziehen; die Verwerthung der Telegramme geschieht durch Berichterstattung an die Häfen und Zeitungen, durch Wetterprognosen für 11 über den britischen Inseln vertheilte Bezirke, welche am Morgen und am Abend ausgegeben werden und durch tägliche lithographirte Wetterberichte mit kartographischen Darstellungen.

c) Das amerikanische System wurde erst im Jahre 1870 errichtet und zeichnet sich durch eine auf grossen Geldmitteln und einer Reihe sehr einschneidender Maassregeln beruhende Leistungsfähigkeit aus. Die Telegramme werden (nach einer reducirten Taxe) bezahlt; sämmtliche Telegraphenlinien sind verpflichtet, zu festbestimmten Zeiten, 3mal des Tages, die nöthigen Leitungen für die meteorologischen Telegramme frei zu halten; die Telegramme sind, wegen der Ausdehnung und besondern Lage der Vereinigten Staaten zum ganz überwiegenden Theile inländische und das ganze System ausserordentlich straff und einheitlich organisirt; die Beobachter gehören zur Armee, stehen unter militärischer Disciplin und sind gut besoldet; die Beobachtungen werden nach Simultanzeit angestellt; für die Verwendung der Telegramme ist durch das eigenthümliche sogenannte „Circuit“-System und durch die Mitwirkung der Post Sorge getragen, wodurch bei möglichst geringer Belastung des Telegraphen die ausgedehnteste und rascheste Verbreitung der Nachrichten über das ganze Land erreicht ist und zwar sowohl von Angaben über den jeweiligen Zustand des Wetters, als von Wetterprognosen.

2) Die Benutzung des Telegraphen.

Eine Grundbedingung zu einer erfolgreichen Wirksamkeit und gedeihlichen Entwickelung der ausübenden Witterungskunde ist ein rascher und wohl organisirter Depeschenverkehr. Es ist ein dringendes Bedürfniss in der Wettertelegraphie, dass das Beobachtungsmaterial unmittelbar nach der Beobachtung in geregelter Weise einläuft, sofort verarbeitet und das Resultat dieser Bearbeitung unverzüglich dem dabei interessirten Publikum zugestellt wird. In einem

Lande, wie in den vereinigten Staaten Nordamerikas, wo die gesetzgebende Gewalt an einer Stelle concentrirt ist und wo die Lage und Ausdehnung des Landes die Mithilfe der benachbarten Staaten bei der Organisation des Wetterdienstes nicht nothwendig in Anspruch zu nehmen brauchte, war es möglich, den Austausch und die Verwerthung des ganzen Beobachtungsmaterials in der raschesten Weise zu bewerkstelligen, wie im ersten Theile dieses Handbuches (p. 324 ff.) in ausführlicher Weise dargestellt worden ist.

In nahezu derselben Lage zur Benutzung des Telegraphen für den Witterungsdienst befinden sich die britischen Inseln, wo, wie bereits oben erwähnt wurde, die ausländischen Telegramme gegen die inländischen entschieden zurücktreten, wo also die ganze Organisation im Depeschenverkehr von dem guten Willen einer einzigen Regierung fast ganz allein abhängt. Obgleich eine befriedigende Lösung der Organisationsfrage, ebenso wie in Amerika, bei diesen einfachen Verhältnissen hätte leicht herbeigeführt werden können, und bei der nach dem äussersten Westen hin vorgeschobenen Lage des Landes, wo Stürme und Witterungswechsel meist rasch, kaum nach kurzer vorheriger Anmeldung, hereinbrechen, so steht die Einrichtung des Depeschenverkehrs, welche den raschen und allseitigen Austausch der Wettertelegramme betrifft, noch bedeutend hinter dem amerikanischen zurück.

Anders und viel ungünstiger liegen die Verhältnisse für die einzelnen Staaten des europäischen Continentes, welche nicht allein auf sich selbst, sondern ganz besonders auf die benachbarten, ja auf die entfernter liegenden Staaten angewiesen sind und wo also die ganze Organisationsfrage der Wettertelegraphie durch viele Regierungen und Behörden geregelt wird. Zwar wurde hauptsächlich mit Rücksicht auf die Gemeinnützigkeit der Wettertelegraphie und die Förderung wissenschaftlicher Bestrebungen, andererseits aber auch in Anbetracht der Schwierigkeiten, welche einer Entrichtung der Depeschengebühren für den internationalen Verkehr sich entgegenstellen würden, unentgeltliche und bevorzugte Förderung der Wettertelegramme eingeführt; allein dieses musste zwischen den einzelnen Behörden zu verschiedentlichen Abkommen führen, wobei es oft darauf ankommen musste, wie die betheiligten Behörden sich zur Wettertelegraphie stellten, ob sie derselben zugethan waren, oder nicht. Bei dieser sehr unbequemen und schwerfälligen Einrichtung der Wettertelegraphie ist eine Vervollkommnung, wie es die Interessen der Wissenschaft erheischen, mit ausserordentlichen

Schwierigkeiten verknüpft; einerseits sind manche Telegramme des Auslandes nicht zu erreichen, deren Beschaffung als nothwendig durch die Erfahrung sich herausstellte, andererseits konnten solche ausländische Telegramme, welche sich durch die Aenderung der Umstände und der Ansichten als nicht unentbehrlich herausstellten, nicht oder doch nur mit grosser Mühe entfernt werden.

Eine vollständige internationale Einigung in dieser Frage erscheint nicht leicht, denn sie erfordert ein einheitliches Zusammengehen der verschiedenen meteorologischen Institute und der verschiedenen Telegraphen-Verwaltungen; dagegen würde der für die Wettertelegraphie zu beanspruchende Geldaufwand nur wenig von dem bisherigen abweichen, andererseits die Belastung des Telegraphen durch den Depeschenverkehr bei zweckmässiger Einrichtung verhältnissmässig geringer sein. Wann eine durchgreifende Umgestaltung der Wettertelegraphie in Europa zu erwarten sein dürfte, ist schwer zu entscheiden, dass sie aber in der That durchgeführt werden wird, ist nicht zu bezweifeln, da die Wettertelegraphie im Grossen und Ganzen, wenn auch mit zeitweisen, unvermeidlichen Rückschlägen, immer mehr an Ausbreitung und Popularität gewinnt und sich das Bedürfniss des Publikums nach Wetterprognosen, insbesondere aber Sturmwarnungen, immer mehr geltend machen wird.

Bei dieser anzustrebenden Reorganisation des wettertelegraphischen Dienstes handelt es sich nicht so sehr um eine Vermehrung oder Verbesserung der Depeschen, als hauptsächlich um eine feste Organisation und Beschleunigung des Depeschenaustausches. Dieses neue System müsste in den Hauptzügen mit dem amerikanischen übereinstimmen, indem die telegraphischen Verbindungen so eingerichtet würden, dass etwa 1 1/4 Stunden nach der Beobachtung auf der Centralanstalt sämmtliche Depeschen aus dem Inlande vorlägen, eingetragen und so weit verarbeitet wären, dass sie zum internationalen Austausch versandt werden könnten; dieser Austausch würde in derselben Weise zu bewerkstelligen sein, wie in Amerika nach dem Systeme der „Circuits", indem die Centralstationen direkt miteinander in telegraphische Verbindung gesetzt würden und der Austausch der Telegramme nach genau im voraus bestimmter Ordnung erfolgte. Würde man mit diesem Austausche etwa 1 1/2 Stunden nach der Beobachtung beginnen, so könnten die Centralinstitute alle etwa 2 1/4 Stunden nach der Beobachtung im Vollbesitze des ganzen Depeschenmaterials aus Europa sein. Um das System in dieser

Weise durchzuführen, ist es nothwendig, die Beobachtungen nach Ortszeit fallen zu lassen und zu Simultanzeit überzugehen, wie ich weiter unten noch des Nähern zeigen werde.

Um nun der Entwickelung der Wettertelegraphie in den einzelnen Ländern ihren freien Lauf zu lassen, so erscheint es unter den gegenwärtigen schwierigen Verhältnissen geboten, dass die einzelnen Regierungen, alle ohne Ausnahme, ihren meteorologischen Instituten für die Ausübung der Wettertelegraphie eigene Geldmittel und alle Vortheile bezüglich der Benutzung des Telegraphen, welche im inländichen und internationalen Verkehr nur irgendwie erreichbar sind, gewähren. Hierdurch wäre es den einzelnen Instituten möglich gemacht, ihr Material nach eigenem Ermessen auszuwählen und für die Praxis zu verwerthen, und so die eigenen auf die gedeihliche Entwickelung des Wetterdienstes gerichteten Interessen mit Eifer und Erfolg zu verfolgen. Eine Einigung zwischen den einzelnen Instituten, wie sie für den zweckmässigeren und ausgiebigeren Austausch des Depeschenmaterials von Vortheil erscheint, dürfte nach den bisher gewonnenen Erfahrungen nicht mit Schwierigkeiten verknüpft sein.

Ein grosser, die volle Wirksamkeit der europäischen Wettertelegraphie hemmender Missstand ist die Verspätung der Depeschen, namentlich derjenigen, welche aus dem Auslande kommen. Zwar sind nach dieser Richtung hin erhebliche Verbesserungen eingetreten, die wir dem freundlichen Entgegenkommen hauptsächlich der deutschen Telegraphenverwaltungen zu danken haben, so dass jetzt eine grössere Verspätung oder gar ein gänzliches Ausbleiben der Depeschen sehr selten vorkommen, indessen ist beispielsweise die Seewarte vor 11 ½ Uhr Morgens fast nie im Vollbesitze der Beobachtungen seines wettertelegraphischen Gebietes, welche doch um 7 oder 8 Uhr Morgens gemacht wurden, so dass also zwischen den Beobachtungen und der Verwerthung derselben durch Hafentelegramme, Wetterberichte und Sturmwarnungen immerhin 4—5 Stunden liegen, wogegen in den Vereinigten Staaten durch das System der Circuits durchschnittlich schon 1 Stunde 16 Minuten nach der Beobachtung sämmtliche Telegramme in Washington und auszugsweise in allen grösseren Städten des Landes, wo Stationen des Signal Service sich finden, aufgenommen und registrirt sind, und 1 Stunde 40 Minuten nach der Beobachtung die ersten Berichte vom Signal Service ausgegeben werden können, wobei gleichzeitig an den grösseren Telegraphenstationen und in den grösseren Städten des Landes Wetter-

karten und tabellarische Uebersichten der Witterung öffentlich ausgestellt werden. Diese ausserordentlich rasche Sammlung und Verwerthung des Beobachtungsmaterials kann, wie gesagt, in Europa erst dann erreicht werden, wenn sämmtliche Telegraphenverwaltungen und meteorologische Institute der verschiedenen Länder sich zu einer durchgreifenden, durchaus einheitlichen Reorganisation der Wettertelegraphie entschliessen können.

Früher hatte man häufiger Gelegenheit, Klagen über Verstümmelungen der Telegramme zu hören. Indessen hat sich dieser Missstand in der letzten Zeit erheblich gebessert, so dass Verstümmelungen nicht viel häufiger vorzukommen scheinen, als Schreibfehler bei Abfassung der Telegramme oder Ablesungsversehen.

Am Schlusse dieses Abschnittes erwähne ich noch der hauptsächlich durch Buys Ballot vertretenen Vorschläge, welche darauf hinzielten, eine ständige oder temporäre direkte telegraphische Verbindung zwischen den Centralanstalten unter sich, oder den Centralanstalten und den Beobachtungsstationen herzustellen, um im Stande zu sein, sich jederzeit über die auswärtigen Witterungsverhältnisse zu informiren [9]). Zu diesem Zwecke sollten Specialdrähte die Verbindung der Centralstationen unter einander und mit den Beobachtungsstationen vermitteln, und die Registrirungen der meteorologischen Instrumente auf die Centralanstalten übertragen werden (Teleometeorologie). In der That wurde diese von Buys Ballot herrührende Idee, zuerst von diesem für eine geringere Entfernung, später auf Initiative des Directors der Brüsseler Sternwarte, Houzeau, durch die ständige Verbindung der Registrirapparate in Ostende, Antwerpen und Arlon mit dem Centralobservatorium in Brüssel, sowie durch die temporäre von Brüssel mit Paris (durch Rysselberghe) verwirklicht. In der That ist man hierdurch im Stande, in jedem beliebigen Augenblicke, sowohl bei Tag als bei Nacht, die Witterungsänderungen und insbesondere die Aenderungstendenz, worauf es bei Sturmwarnungen und Wetterprognosen ganz besonders ankommt, continuirlich zu verfolgen. Indessen ist die radikale Durchführung dieser Ideen wegen des bedeutenden Kostenaufwandes [10]), sowie der sonstigen bereits oben dargestellten Schwierigkeit zunächst wohl nicht zu erwarten, noch lange werden jene ein „Traum der Meteorologen“ bleiben. Allein auch ohne grosse Kosten und Schwierigkeiten liesse sich dieses System in bescheidener Weise durchführen, wenn nur diejenige Telegraphenleitungen, welche zeitweise, z. B. in den Nachtstunden, nicht benutzt werden, den Zwecken

der Teleometeorologie dienten; man würde aus dieser modificirten Einrichtung einen bedeutenden Vortheil für die ausübende Witterungskunde schöpfen können. Würde auf diese Weise das teleometeorologische System in den verschiedenen Ländern eingerichtet, so könnte ein weiterer Schritt dahin gethan werden, dass zum Theil die internationalen Telegraphenlinien, deren es immer mehrere zwischen den benachbarten Staaten giebt, auf kurze Zeit in weniger durch den Telegraphendienst in Anspruch genommenen Stunden, die Centralanstalten mit einander in direkte Verbindung setzten.

3) Beobachtungsnetz und Beobachtungszeiten.

Die Anforderungen, welche man an die wettertelegraphischen oder synoptischen meteorologischen Stationen macht, sind im Allgemeinen nicht weit verschieden von denjenigen, welche für die klimatologischen Stationen gelten, abgesehen von persönlichen Verhältnissen, welche bei der Auswahl der Stationen eine grosse Rolle spielen und die Qualität der Beobachtungen, sind es nach Köppen [11]) viererlei Orte, welche mit Vortheil für die Organisation des Beobachtungsnetzes verwendet werden können:

„1) Stationen mit vielseitigen und vollständigen Beobachtungen, welche continuirliche oder doch mindestens an vielen Terminen jeden Tages gemachte Aufzeichnungen liefern und bequem veröffentlichen.

2) Stationen, welche sehr isolirt liegen und Repräsentanten eigenartiger, von jenen der nächstliegenden Stationen oder Netze wesentlich abweichender Klimate sind, oder die einzigen Mittel sind, um grosse Lücken in unseren synoptischen Karten der Einzelzustände auszufüllen.

3) Stationen mit sehr langjährigen, möglichst in sich vergleichbaren Beobachtungsreihen.

4) Paare oder Gruppen von Stationen, welche so benachbart sind, dass die grossen geographischen Bedingungen der Breite und Länge als identisch angesehen werden können und der Unterschied in den topographischen Bedingungen, einschliesslich der Seehöhe, rein hervortritt.

Natürlich ist die Verwendbarkeit der Beobachtungen um so grösser, wenn mehrere dieser Bedingungen zugleich erfüllt sind. Namentlich ist diese Verbindung bei der ersten und letzten Gruppe sehr angezeigt, welche einander darin analog sind, dass sie durch

Verkleinerung der räumlichen und zeitlichen Abstände zwischen den Beobachtungen die grösstmöglichste Intensität in Bezug auf die Ausfüllung der Zeit und des Raumes anstreben.

Beide Gruppen (1 und 4) sind vorzugsweise zwei hochwichtigen Gegenständen gewidmet: die Erforschung des physikalischen resp. mechanischen Theils in den Einzelerscheinungen einerseits und der täglichen Periode der meteorologischen Phänomene andererseits; erst in ihrer Verknüpfung können beide Richtungen vollkommen fruchtbar werden, denn die besten Registrirapparate lassen uns für eine Erklärung ihrer Angaben im Stich, wenn wir nichts über die räumlichen Verhältnisse der von ihnen angezeigten Vorgänge wissen, und die Thatsachen, welche wir über die letzteren für ein einzelnes Element und für blosse zwei oder drei Beobachtungen am Tage feststellen, lassen der Willkür in ihrer Erklärung weiten Spielraum, so lange wir über den ganzen Verlauf der Erscheinung im Dunkeln bleiben."

Bei der Auswahl der Stationen für das Beobachtungsnetz muss aber für die Wettertelegraphie ausserdem noch darauf geachtet werden, dass die Stationen möglichst gleichförmig über das Gebiet vertheilt sind, und dass sie, abgesehen von den Gruppen 2 und 4 soweit sie zum Studium eigenartiger, localer Witterungsphänomene benutzt werden, die Beziehung zur allgemeinen Wetterlage möglichst frei von rein örtlichen Einflüssen wiedergeben.

Die Wichtigkeit des für synoptische Zwecke nothwendigen Beobachtungsnetzes richtet sich nach den topographischen Verhältnissen jedes Gebietes, nach der Eigenartigkeit, wie sich in diesen Gebieten die Witterungsänderungen vollziehen, ob jenes häufiger von Störungen aufgesucht ist, wie sich diese Störungen verhalten, wie sie sich umwandeln und welchen Weg sie vorzugsweise einschlagen, und dann nach den Anforderungen, welche man, entsprechend den verschiedenen Bedürfnissen, an die Wettertelegraphie stellt. Gilt diese nur dem Interesse des Sturmwarnungswesens, wo nur die Richtung und Stärke des Windes, welche von der Vertheilung des Luftdruckes abhängen, in Betracht kommen, so dürfte im Allgemeinen ein ziemlich weitmaschiges Netz diesem Zwecke genügen, vorausgesetzt, dass die Qualität der Stürme ausser Zweifel steht. Handelt es sich aber um die ungleich vielseitigeren landwirthschaftlichen Interessen, bei welchen Witterungselemente die Hauptrolle spielen, welche schon auf sehr kleinen Entfernungen ganz bedeutende Verschiedenheiten zeigen können, und wo der allgemeine Verlauf der Witterung, durch die

Eigenartigkeit der Gegend oder durch andere Umstände nicht selten in gewissem Masse gestört wird, so ist schon ein dichteres Netz von berichterstattenden Stationen zu nehmen, allein immerhin soll man dabei bedenken, dass nicht mehr Material, abgesehen von der Güte desselben, in den wettertelegraphischen Dienst hineingezogen werden darf, als auch mit Erfolg verarbeitet werden kann, indem weitere Untersuchungen nachträglich unter Zuhilfenahme eines reichhaltigeren Materials stattfinden können.

Nach unseren Erfahrungen, die wir nach dieser Richtung hin nach und nach gesammelt haben, scheint es genügend, aber in den meisten Fällen auch nothwendig, wenn die einzelnen telegraphisch berichterstattenden Stationen eine mittlere gegenseitige Entfernung von etwa 200—300^{km} haben und dass in denjenigen Gegenden, in welchen der Verlauf der Witterungserscheinungen eine eingehendere Verfolgung und eine besondere Beachtung erheischt, die Maschen des Beobachtungsnetzes dichter gezogen werden sollen, als dort, wo die Witterungsphänomene weniger complicirt und weniger wichtig für die angestrebten Zwecke sind.

Abgesehen von Russland ist auf dem europäischen Continente die Dichte der Stationsnetze für Wettertelegraphie fast übereinstimmend im Inland nahezu doppelt so gross, als im Auslande, und diese Dichte dürfte bei guter Vertheilung im Allgemeinen den Anforderungen der Wettertelegraphie genügen. Vergleichen wir das Beobachtungsnetz der Vereinigten Staaten mit jenem der Seewarte, so ist das erstere bei fast doppeltem Areal, viel weniger dicht als das letztere, insbesondere im Inlande, wo auf 1000 □Meilen in Amerika nur circa 0,5, bei der Seewarte circa 2,7 Stationen im Inlande und 0,5 im Auslande kommen. Nur in dem Gebiete östlich vom Mississippi ist die Dichtigkeit der Stationen viel grössser (circa 1,2 auf 1000 □Meilen).

Vergleichen wir weiter die beiden Stationsnetze mit einander, so finden sich mehrere durchgreifende Unterschiede, welche für die Wirksamkeit beider Systeme von hoher Bedeutung sind.

Wie ich weiter unten des Näheren zeigen werde, schreiten in unseren Breiten die atmosphärischen Erscheinungen im Gefolge der für die ausübende Witterungskunde so wichtigen Depressionen mit sehr geringen Ausnahmen nach östlicher Richtung fort, und zwar, abgesehen von der Erdrotation, im Zusammenhange mit der normalen Abnahme des Luftdruckes und der Temperatur von Süden nach Norden hin, wobei mit wachsender Breite die Schwankungen des Luftdruckes und des Wetters überhaupt zunehmen. Wollen wir also

den wahrscheinlichen Charakter der kommenden Witterung beurtheilen, so müssen wir unser Augenmerk zunächst nach Westen und Nordwesten richten; die britischen Inseln und Umgebung sind es, woher wir unser Wetter zu erwarten haben, ja die vorwaltende Wetterlage, insbesondere die Luftdruckvertheilung auf dem nordatlantischen Ocean, giebt die Bedingungen für einen kalten oder gelinden Winter, oder einen kühlen oder warmen Sommer. Daher befinden sich die Länder Europas, welche nach Westen gegen den Ocean vorgeschoben sind, wie die iberische Halbinsel, Frankreich, die britischen Inseln und Norwegen, gegenüber der Wetterprognose in einer viel ungünstigeren Lage, als diejenigen, welche mehr nach Osten hin liegen; die ersteren müssen im Allgemeinen viel häufiger von Stürmen und Witterungswechsel überrascht werden als die letzteren. Hieraus ergiebt sich der grosse Vortheil, namentlich für das westliche Europa, wenn man den Wetterdienst weiter nach Westen auf den Ocean ausdehnen würde, indem man die Faröer, Island, Grönland und die Azoren mit Europa telegraphisch in Verbindung setzte. Allein auch die östlich gelegenen Gegenden sind für die Entwickelung der Witterungszustände und für die Prognose durchaus nicht ohne Bedeutung. Denn die eben erwähnte allgemeine Regel für das Fortschreiten der Witterungsphänomene von West nach Ost erleidet mannigfache Ausnahmen und Modificationen, deren Grund hauptsächlich in der Gesammtwetterlage im Osten und Süden zu suchen ist, so dass auch die von Westen kommenden typischen Witterungserscheinungen entweder ganz umgewandelt oder von ihrer ursprünglichen Bahn vollständig abgelenkt werden können, wie ich es unten noch ausführlich besprechen werde.

Nach Süden hin nimmt der typische Charakter der grossen Witterungserscheinungen ab, die Schwankungen im Witterungscharakter werden der Grösse nach im Allgemeinen geringer, andererseits treten locale Erscheinungen mehr in den Vordergrund und modificiren die allgemeinen atmosphärischen Bewegungen. Das ganze Mittelmeerbecken betheiligt sich scheinbar meist nicht an den grossen Witterungsvorgängen im Norden.

Ungünstig ferner für die Wetterprognose liegen Schweden und das ganze nördliche Russland. Denn die Depressionen kommen hier nicht allein vom Westen, sondern auch fast ebenso häufig von Nordwesten und Norden, so dass diese Länderstrecken häufigen Ueberraschungen ausgesetzt sind.

Von allen europäischen Stationsnetzen ist dasjenige der See-

warte, wie aus den vorhergehenden Erörterungen folgen dürfte, für Sturmwarnungen und Wetterprognosen in der günstigsten Lage, allein noch viel günstiger ist die Lage Washingtons zu dem nach Westen und Nordwesten weit ausgedehnten Stationsnetze, welches ein Areal von fast 300 000 □M. umfasst. Dazu kommt noch, dass die Fortpflanzung der Witterungserscheinungen von Westen nach Osten in einer viel regelmässigeren Weise von Statten geht, als in Europa: während in Europa die Bahnen der Depressionen ein sehr verwickeltes Netz bilden und ausserordentlich viele Abweichungen von der durchschnittlichen Lage zeigen, so tritt uns in Amerika das Bild der Zugstrassen der Depressionen „in grossen und einfachen Zügen entgegen; eine Strasse, die über die oberen Seen und Canada in gerader östlicher Richtung nach Neu-Braunschweig führt, dominirt vollkommen und zeigt eine Frequenz der Minima, welche das $2\frac{1}{2}$—3fache von jener der frequentesten übrigen Zugstrassen beträgt. Auf dieser Strasse bewegen sich die im Allgemeinen nicht sehr tiefen Minima mit einer doppelt so grossen durchschnittlichen Geschwindigkeit, als sie in Europa einhalten und von einander getrennt durch ebenso fortschreitende Maxima, so dass der mittlere Luftdruck auf dieser Zugstrasse trotz ihrer Frequenz höher ist, als weiter im Norden [12]).“

Nehmen wir noch hinzu die einheitliche, straffe und vollkommenere Organisation des ganzen Beobachtungsnetzes und des Wetterdienstes, welche sich auch auf die mit Washington in engster Beziehung stehenden canadischen Staaten erstreckt, so kann man wohl erwarten, dass die Leistungsfähigkeit und die Erfolge des amerikanischen Systems grösser sein müssen, als diejenigen der weit ungünstiger situirten Systeme Europas.

Die telegraphisch berichterstattenden Beobachter des Signal Service gehören einem besonderen Armeecorps, der Militär-Telegraphenabtheilung an, welche in der Friedenszeit ihre Kräfte ausschliesslich den Zwecken des Signal Service widmen und welche eine sehr gute Remuneration beziehen (die Beobachter im Jahre 1871 ca. 3500 Mark incl. Zulage; Gehilfen, welche noch keine Prüfung gemacht haben, ungefähr die Hälfte). Alle Beobachter erhalten ihre Ausbildung auf dem Fort Myer (früher Fort Whipple genannt) und haben vor Eintritt in den Wetterdienst des Signal Service ein Examen zu bestehen [13]). Die Controle der Beobachter wird durch eigens dazu angestellte Beamte geführt und Vernachlässigungen des Dienstes werden nach den Militärgesetzen bestraft.

Die Beobachter auf den britischen Inseln, welche dem meteoro-

logischen Amte in London Wetterdepeschen einschicken, sind hauptsächlich Telegraphenbeamte, Lehrer, Signalisten u. dgl. und diese erhalten für ihre Dienstleistungen eine jährliche Remuneration von 260—400 Mark [14]).

Im europäischen Continente erhalten die telegraphisch berichterstattenden Beobachter im Allgemeinen keine Remuneration oder doch nur eine verhältnissmässig geringe Vergütung, die gewöhnlich für die Beförderung der Depeschen zum Telegraphenamte als Botenlohn von der Centralanstalt bewilligt wird. Dabei gehören die Beobachter den verschiedensten Berufsklassen, am meisten indessen dem Lehrer- oder Professorenstande an. Wie bereits oben erwähnt wurde, sind die Centralstellen des europäischen Continents vorzugsweise auf das Ausland angewiesen und es muss daher die Controle der Beobachtungen und der Wettertelegramme von jedem einzelnen Institute in seinem eigenen Beobachtungsnetze vollzogen werden.

Das System der Deutschen Seewarte umfasst an der Küste, abgesehen von der Centralstation Hamburg, 8 Normal-Beobachtungsstationen oder Stationen erster Ordnung (Memel, Neufahrwasser, Swinemünde, Wustrow, Kiel, Keitum auf Sylt, Wilhelmshaven und Borkum) und ausserdem 2 Ergänzungsstationen, Stationen der zweiten Ordnung (Cuxhaven und Rügenwaldermünde). Die Vorsteher zweier Stationen (Swinemünde und Neufahrwasser), welche zugleich Hauptagenturen der Seewarte sind, erhalten als Remuneration jährlich 2400 Mark, die Vorsteher der Normalbeobachtungsstationen durchschnittlich 450 Mark und diejenigen der Ergänzungsstationen 150 Mark.

Zu Zwecken der Wettertelegraphie wird die Seewarte ausserdem noch von den einzelnen Systemen in Deutschland mit Wettertelegrammen nach Bedarf versorgt. Die Beobachter aller dieser Stationen erhalten für ihre telegraphische Berichterstattung, abgesehen von einer Vergütung für die Beförderung der Wetterdepeschen zum Telegraphenamte und der Zustellung der täglichen Wetterkarten und der monatlichen Publicationen der Seewarte, keinerlei Remuneration. Beiläufig sei bemerkt, dass die Vorsteher der Signalstellen, für den Signaldienst, die Beobachtungen und die Berichterstattung durch die Post oder den Telegraphen zur Zeit unruhiger Witterung, im Ganzen eine jährliche Remuneration von 150 Mark beziehen.

Die inländische wettertelegraphische Berichterstattung an die deutsche Seewarte vertheilt sich (1885) auf 7 Observatorien oder Centralanstalten 9 Lehrer, 4 Professoren, 3 Capitäne, 1 Hafenmeister, 1 Obersteuermann der Marine, 1 Seelootse, 1 Obertelegraphist,

1 Konservator, 1 Calculator und 1 Hôtelbesitzer. Ein Wechsel der Beobachter kommt höchst selten vor, so dass fast alle eben aufgeführten Beobachter schon eine Reihe von Jahren, meist seit Bestehen der Seewarte, diesem Institute telegraphischen Bericht erstatten, welches nicht ohne Einfluss auf die Qualität des Materiales ist.

In den übrigen europäischen Staaten sind die Beobachter meist ebenfalls aus allen Berufsclassen zusammengesetzt, wobei die Lehrer an öffentlichen Anstalten entschieden prädominiren.

Die Anzahl der täglich an den einzelnen Instituten einlaufenden Morgentelegramme, welchen meist auch die Beobachtungen des vorhergehenden Abends beigefügt sind, ergiebt sich, soweit mir das Material vorliegt, aus nebenstehender Tabelle, wobei nicht berücksichtigt wurde, ob die Depeschen direkt oder durch Vermittelung einer Centralanstalt befördert werden.

Die deutschen Centralstellen für Wettertelegraphie erhalten ihr Material von der Seewarte, indessen empfängt München, abgesehen von den bayerischen Stationen, noch Depeschen aus der Schweiz, Italien und Oesterreich, Chemnitz telegraphische Wetterberichte von 4 Stationen Sachsens und Stuttgart noch ein Telegramm von der Centralanstalt Zürich.

Telegraphische Wetterberichte aus Algerien gehen täglich nach Paris (9) und Bern (4).

In Washington laufen täglich von 100 inländischen und 7 canadischen Beobachtungsstationen Wetterdepeschen ein und zwar aus New-England 5, den mittleren atlantischen Staaten 10, den südatlantischen Staaten 6, aus Florida 1, den östlichen Golfstaaten 6, den westlichen Golfstaaten 6, Rio-Grande-Thal 12, der unteren Seeregion 7, der oberen Seeregion 9, dem oberen Mississippi-Thal 8, dem Missouri-Thal 4, aus dem äussersten Nordwesten 4, dem nördlichen Felsengebirge 5, dem mittleren 4, dem südlichen 3, dem Pacifischen Küstengebiete 10, Canadien 7. Toronto erhält Wettertelegramme 3mal täglich von 26 inländischen und durch Washington Morgens von 61, am Nachmittage von 44 und am Abend von 49 ausländischen Stationen.

In Bezug auf einige andere in anderen Welttheilen gelegene Gegenden mögen noch nachstehende Notizen hier eine Stelle finden. Algier erhält täglich von 25 inländischen Stationen telegraphische Nachricht und ausserdem ein Telegramm aus Paris über den Verlauf der Isobaren über Europa. Nach Tokio (Japan) liefern 31 Stationen (3 mal täglich) das wettertelegraphische Material[15]). In Colombo (Ceylon)

gehen täglich von 10 Stationen Wettertelegramme ein. In Australien werden (1881) täglich um 9^h a. m. und in einigen Fällen auch um 9^h p. m. Wetterdepeschen ausgewechselt zwischen Victoria, Neu-Süd-Wales und Perth, und zwar von 13 Stationen in Südaustralien, 5 in Victoria, 1 in Tasmanien, 9 in Neu-Süd-Wales, 2 in Queensland, 2 in West-Australien. In neuester Zeit sind auch Neu-Seeland, Neu-Caledonia und die Fitschi-Inseln in den telegraphischen Verkehr hineingezogen worden [16]).

Tabelle I.

Wettertelegraphisches Material für den Morgendienst.

Aus	Areal qkm	Hamburg.	München.	Stuttgart.	Carlsruhe.	Chemnitz.	Magdeburg.	London.	Paris.	Brüssel.	Amsterdam.	Kopenhagen.	Christiania.	Stockholm.	Helsingfors.	Petersburg.	Portugal.	Zürich.	Rom.	Wien.	Budapest.
Deutschland . .	450631	28	14	13	13	20	16	1	9	8	6	7	—	7	—	7	—	7	10	6	3?
Grossbritannien	315326	11	7	3	3	11	11	31	7	7	3	3	4	4	—	4	—	5	3	3	—
Frankreich . .	528577	10	5	4	4	4	4	9	41	10	8	7	4	—	—	8	9	—	9	5	—
Belgien . . .	29455	2	—	—	—	—	—	1	1	4	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Niederlande . .	32840	3	1	1	1	2	2	1	4	4	7	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Dänemark . .	38237	4	2	1	1	2	2	2	2	1	1	10	2	2	—	2	—	1	—	1	
Norwegen . .	316694	4	1	1	1	3	3	4	4	2	2	3	8	4	4	4	—	2	—	—	—
Schweden . .	442203	4	2	2	2	2	2	4	4	4	2	4	4	9	4	4	—	2	—	1	—
Finnland . . .	—	7	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	1	9	}72	—	—	—	1	—
Russland . . .	—	9	3	2	2	2	2	—	9	—	—	2	—	3	8		—	5	5	5	3?
Spanien u. Port.	596661	—	—	—	—	—	—	1	11	—	—	—	—	—	—	—	16	—	4	—	—
Schweiz . . .	41223	2	5	?	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	15	4	5	—
Italien	296323	6	10	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	5	—	10	40	6	4?
Oesterr.-Ungarn	624045	8	4	2	2	6	6	—	7	—	—	—	—	—	—	8	—	8	10	28	40?
Andere Länder	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	2	—	—	6	2	8
Inland	—	28	(14)	(13)	(13)	(20)	(16)	31	41	4	7	10	8	9	9	72	16	15	40	28	40?
Ausland . . .	—	70	40	16	16	32	32	23	84	36	23	26	14	21	16	45	9	42	51	35	18?
Summa . .		98	54	29	29	52	48	54	125	40	30	36	22	30	25	117	25	57*)	91	53	58

Schon bald nach der allgemeinen Anwendung der Wettertelegraphie für die Sturmwarnungen und die Wetterprognosen stellte sich ein dringendes Bedürfniss heraus, mehr als einmal des Tages Wettertelegramme zu erhalten, um den Verlauf der Witterung in kürzeren Zeitabschnitten zu verfolgen, als es bisher geschehen war. Die Witterungserscheinungen sind, namentlich in den nördlichen Gebietstheilen Europas, nicht selten so raschen und unvermutheten Aenderungen unterworfen, dass es zuweilen unmöglich erscheint,

*) Im Kopenhagener Bericht des permanenten Comité von 1882 ist die Zahl der Wetterdepeschen übermittelnden Stationen für die Schweiz auf 73 angegeben.

nach 24 Stunden ohne Zwischenbeobachtungen den Verlauf der atmosphärischen Vorgänge mit Sicherheit zu erkennen. Dieser Umstand bietet insbesondere der erfolgreichen Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens die grösste Schwierigkeit, indem bei einem Intervall von 24 Stunden häufiger vor Ablauf desselben unvermuthete Störungen hereinbrechen, welche die Küste überraschen, ohne dass diese vor der drohenden Gefahr hätte gewarnt werden können. In den Einleitungen zu der von der Seewarte herausgegebenen „Monatliche Uebersicht der Witterung“ habe ich wiederholt auf die Wichtigkeit und Nothwendigkeit der Einführung kürzerer Zeitintervalle, speciell der Einrichtung eines Abenddienstes an der Seewarte im Interesse des Sturmwarnungswesens hingewiesen und auf concrete Fälle aufmerksam gemacht. Aus diesen hebe ich nur die schweren und verheerenden Stürme vom 21. Oktober 1880 hervor[17]), welche in der Nacht über die westdeutsche Küste hereinbrachen, ohne dass diese von der Gefahr benachrichtigt werden konnte. Am 20. am Vor- und Nachmittage war das Wetter an der ganzen Küste ruhig und die Wetterlage liess zwar einiges Auffrischen der Winde erwarten, allein für stürmische Winde waren zunächst noch keine Aussichten vorhanden. Indessen zeigten sich am Abend so rasche Aenderungen in Wind und Wetter, dass die Situation für die ganze deutsche Küste einen sehr gefahrdrohenden Charakter annahm, so dass die Küste nicht allein hätte gewarnt werden können, sondern gewarnt werden müssen, wenn die Seewarte am Abend telegraphische Nachrichten erhalten hätte. Hätte die Einführung des Abenddienstes nur den einzigen Erfolg gehabt, dass die Küste rechtzeitig auf diesen Sturm vorbereitet worden wäre, so wäre dieses unstreitig hinreichend, die Mehrausgaben für jenen Dienst auf mehrere Jahre zu decken.

Nicht allein im Interesse des Sturmwarnungswesens ist die Vermehrung der Termine für die Berichterstattung geboten, sondern auch für die Zwecke der Landwirthschaft ist dieselbe ein dringendes Desiderat. Um ein gegründetes Urtheil über den wahrscheinlichen Verlauf der Witterung abgeben zu können, ist es vor Allem nothwendig, mit Sicherheit die Aenderung des Wetters in der letztvorangegangenen Zeit, und die Aenderungstendenz der Witterung zu kennen, welches aber bei einem Zeitintervall von 24 Stunden in vielen Fällen nicht geschehen kann.

So sehr sich auch das Desiderat, die Termine zu vermehren, fühlbar machte, so konnte in Europa nur nach und nach und theil-

weise diesem Bedürfnisse abgeholfen werden, wogegen es die amerikanischen Verhältnisse gestatteten, nach dieser Richtung hin durchgreifende und rationelle Massregeln zu ergreifen. Täglich 3mal laufen in Washington die Wettertelegramme von den Stationen der Vereinigten Staaten ein, mit einer Pünktlichkeit und Vollständigkeit, wie es in keinem Staate der Welt der Fall ist, und zwar isochron um 7^h a. m. 3 und 11^h p. m. (früher 7^h 35^m a. m., 4^h 35^m und 11^h 35^m p. m.) bezogen auf den 75. Meridian. In Europa, wo die Mittel und Arbeitskräfte nur in sehr bescheidener Weise gewährt sind und vielfach auf den guten Willen gerechnet werden muss, stösst die Vermehrung der Termine, womit auch eine grössere Belastung der Bericht erstattenden Beobachter, der Telegraphenämter und der Centralanstalten verknüpft ist, auf grosse Schwierigkeiten, die nur nach und nach zu überwinden sind.

Dem Bedürfnisse nach weiterer Information während des Intervalls von 24 Stunden wurde im Anfange der 70er Jahre, zunächst dadurch entsprochen, dass den Morgendepeschen, wie es schon früher angeregt war, auch die Beobachtungen vom Vorabende beigefügt wurden, so dass man nach und nach in die Lage kam, auf Grund dieser Ergänzungen eine ziemlich vollständige Abend-Wetterkarte für Europa zu konstruiren und so wenigstens eine Lücke auszufüllen.

Ein anderer Schritt zur Verbesserung der Wettertelegraphie war die Einführung des Nachmittagsdienstes. Dieser bestand schon mehrere Jahre vor Errichtung der Seewarte in England, Frankreich und Norwegen, gegenwärtig werden Nachmittagsbeobachtungen in mehr oder weniger grosser Anzahl direkt erhalten, soweit mir bekannt ist*), in Deutschland, England, den Niederlanden, Dänemark, Schweden, der Schweiz und Oesterreich.

In noch höherem Maasse wurde dem Bedürfnisse nach Vermehrung der Termine entsprochen durch Einrichtung des Abenddienstes, wie sie in beschränkter Weise in den Niederlanden, in vollständigerer Weise auf den britischen Inseln, insbesondere aber in Deutschland (seit Herbst 1882) zur Durchführung kam. Der Abenddienst in Deutschland dient ausschliesslich vorläufig nur den Zwecken des Sturmwarnungswesens und beschränkt sich daher nur

*) In Frankreich besteht eine telegraphische Berichterstattung am Nachmittage, deren specielle Einrichtung nicht veröffentlicht zu sein scheint, und deren Details ich daher nicht kenne.

auf die unruhigere Jahreszeit (etwa vom 15. September bis zum 15. Mai), indem im Sommer meistens nur kleinere, vielfach locale Störungen (z. B. Gewitterböen) auftreten, welche hier und dort einem Küstenorte Gefahr bringen können, und welche mit mehr Sicherheit, als bisher zu signalisiren, nach dem jetzigen Stande der ausübenden Witterungskunde der Abenddienst wohl nicht beitragen könnte. Es erscheint gegenwärtig weniger nutzbringend, diesen Dienst auch auf die Interessen des Binnenlandes auszudehnen, denn einerseits genügt das des Abends einlaufende wettertelegraphische Material bei Weitem nicht (Frankreich, Schweden, Russland und Oesterreich fehlen ganz), um auch nur einigermassen sichere Anhaltspunkte für die Wetterprognose für das Binnenland zu gewinnen, und andererseits könnte die Zeitdauer, für welche die Prognose gilt (für die folgenden 24 Stunden), nur um 6 Stunden, also für die folgende Nacht voraus verschoben werden, ganz abgesehen davon, dass eine allseitige Verbreitung der Prognosen nach 9^h p. m. unter den gegenwärtigen Verhältnissen nicht durchführbar ist und auch wohl nicht sehr zweckmässig sein würde.

In der nebenstehenden Tabelle ist die Anzahl der Stationen, welche nach den verschiedenen Centralstellen der in der Verticalreihe angegebenen Länder täglich ein-, zwei- oder dreimal telegraphischen Bericht erstatten, angegeben, wobei wir uns auf die von den einzelnen Instituten ausgegebenen Bulletins, auf die Kopenhagener Berichte des permanenten Comités vom Jahre 1882 und auf private Mittheilungen von einigen Instituten beziehen.

Nach dem gegenwärtigen Stande und dem im Allgemeinen langsamen Fortschritte der ausübenden Witterungskunde und des richtigen Verständnisses beim Publikum dürften 3 tägliche Telegramme von einer genügenden Anzahl auf einem hinreichend grossen Gebiet zweckmässig vertheilter Stationen, bei raschem und rationell eingerichtetem Depeschenverkehr hauptsächlich dasjenige sein, was wir zunächst erreichen können und zu erreichen hoffen; das Ideal der Wettertelegraphie, nämlich die Verbindung der Registrirapparate der Beobachtungsstationen durch Specialdrähte mit den Centralstationen und der Centralstationen unter einander, eine Idee, die nur für kleinere Staaten und local, z. B. für isolirte Bergkuppen, Aussicht auf Realisirung hat, wird im Grossen noch lange Zeit der Verwirklichung harren.

Ausser dem Missstande, welcher in dem Mangel eines raschen und rationellen Depeschenverkehrs liegt, bieten die in den ver-

schiedenen Ländern gebräuchlichen Beobachtungstermine und ihre Abweichungen der europäischen Wettertelegraphie nicht minder erhebliche Schwierigkeiten, die um so mehr auffallen, als das Bedürfniss nach Einheit in den Beobachtungsstunden allgemein von den verschiedenen Instituten empfunden wird und häufiger der Gegenstand eingehender Berathung war. In den letzten Columnen der vorhergehenden Tabelle sind die Beobachtungsstunden mitgetheilt, wie sie in den einzelnen Ländern für die Wettertelegraphie gebräuchlich sind. Aus derselben ist die grosse Verschiedenheit der Termine für die verschiedenen Länder ersichtlich, ja in einigen Ländern kommen, abgesehen von den Simultanbeobachtungen, sogar zwei verschiedene Systeme von Beobachtungsterminen vor.

Tabelle II.

Wetterdepeschen erhalten:	Zahl der Stationen, welche täglich Bericht erstatten und Beobachtungstermine für den wettertelegraphischen Dienst.								
	Beobachtungstermine im Inlande *).			Vormittags vom		Nachmittags vom		Abends vom	
	a. m.	p. m.	p. m.	Inl.	Ausl.	Inl.	Ausl.	Inl.	Ausl.
Deutschland . . .	8	2	8	28	70	14	11	17	11
Grossbritannien . .	8	2	6	31	23	15	2	19	—
Frankreich	7	—	(6)	41	84	—	—	—	—
Belgien	8	—	(7)	4	36	—	—	—	—
Niederlande . . .	8	0h 30**)	7 **)	7	23	4	1	4	—
Dänemark	8	2	(9)h	10	26	4	8	—	—
Norwegen	8	—	(8)	8	14	—	—	—	—
Schweden	8	2	(9)	9	21	3	2	—	—
Russland (Finnland)	7	1	(9)	72	45	—	—	—	—
Schweiz	7	1	(9)	15	42	12	—	—	—
Italien	7	—	(9)	40	51	—	—	—	—
Oesterreich-Ungarn .	7	—	(9)	28	35	3	—	—	—
Portugal	9 (8)	—	—	16	9	—	—	—	—

Auf der dritten Versammlung des internationalen Meteorologen-Comités in Paris während der ersten Septemberwoche 1885 kam dieser Gegenstand wiederum zur Berathung. Das Comité hielt es für erwünscht, dass Angesichts der Unmöglichkeit, absoluten Synchronismus der Beobachtungen in Europa zu erzielen, die gleiche Ortszeit der Beobachtung in allen Ländern angenommen werde. (Hier-

*) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Zeiten der Abendbeobachtungen, die den Morgentelegrammen beigegeben werden.

**) Utrecht ausserdem um 2h p. m., Helder um 8h p. m., Utrecht ausserdem um 10h p. m.

nach würde in Nordwesteuropa, Deutschland und einigen anderen Ländern statt um 8^h a. m. um 7^h a. m. abgelesen werden; dieses wäre jedenfalls ein grosser Fortschritt.)

Ein grosser Uebelstand ist es, dass, ausser in den Vereinigten Staaten*), nirgends die Beobachtungstermine äquidistant sind, wo-

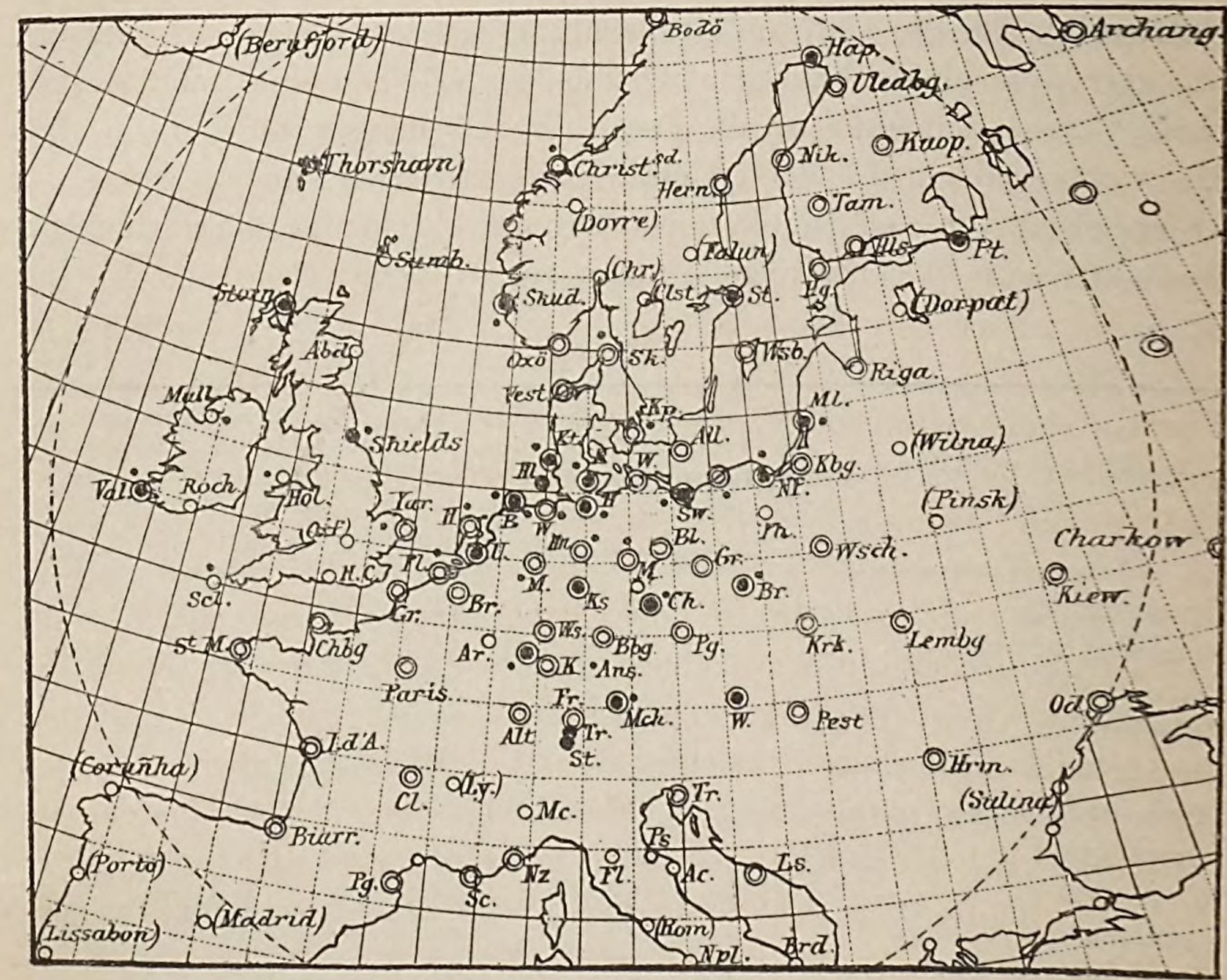


Fig. 1. Schlüssel für die Wetterberichte der Seewarte.

○ Station, von welcher nur die Morgenbeobachtungen telegraphisch einlaufen.
◎ Station, von welcher dem Morgentelegramm auch die Beobachtung vom vorhergehenden Abend hinzugefügt wird.
● Station, von welcher ausser dem Morgentelegramm ein zweites vom Nachmittage einläuft.
◉ Station, für welche das unter ◎ und ● Gesagte gleichzeitig gilt.
• Station, von welcher von Mitte September bis Ende April die Abendbeobachtungen einlaufen (für Abenddienst).
Von den Stationen, deren Namen eingeklammert sind, erhält die Seewarte keine Wetterdepeschen.

durch die klare und scharfe Auffassung der Aenderungen der einzelnen Witterungselemente erheblich erschwert wird. Am meisten entsprechen in der Tabelle noch die Termine 8, 2, 8, indem diese die Tageszeit in 2 gleiche Hälften zerlegen, so dass es nur noch der Nachtstunde 2^h a. m. bedürfte, um völlige Aequidistanz zu erreichen. Ohne Einrichtung dieser Nachtstunde wären allerdings

*) Erst in neuerer Zeit.

besser die von Dove für das preussische Beobachtungsnetz eingeführten genau äquidistanten Termine 6^h a. m., 2^h p. m. und 10^h p. m., welche für Deutschland durchschnittlich von den amerikanischen nicht weit abliegen.

Sehr störend und leicht irreführend ist die sprungweise Aenderung der Beobachtungsstunde, wie sie nach der vorigen Tabelle an vielen Ländergrenzen, oder, was noch viel schlimmer ist, in demselben Systeme vorkommt. Aber auch bei gleicher Localzeit vereinigen wir Witterungszustände zu einem einzigen Bilde, die in der Wirklichkeit nicht ganz gleichzeitig sind, indem die Vorgänge im Osten auf frühere, im Westen auf spätere Beobachtung sich beziehen, wobei die Zeitdifferenz mit der geographischen Länge zunimmt. Aus dem letzteren Grunde schreitet der bei Anwendung gleicher Localzeit entstehende Fehler ganz continuirlich mit der Entfernung zwischen West und Ost fort, gerade so, wie auch die gegenseitige Wechselwirkung der Witterungserscheinungen mit der Entfernung abnimmt, so dass derselbe also für kleinere Gebiete nicht in Betracht kommt.

So wünschenswerth bei der gegenwärtigen Lage der Wettertelegraphie schon die Anwendung gleicher Localzeit wäre, so ist die allgemeine Durchführung derselben nicht so einfach, als es auf den ersten Blick erscheinen möchte. Bei der Wahl der Beobachtungstermine in Anschluss an die klimatologischen Beobachtungen ist hauptsächlich Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Combination derselben direkt vergleichbare Mittelwerthe liefert, und die Termine den täglichen Gang womöglich aller, oder der wichtigsten meteorologischen Elemente am besten wiedergeben. Für ein kleineres Gebiet von gleichem topographischen Charakter, namentlich ohne Gegensätze in maritimer und continentaler Lage, ohne erhebliche Unterschiede der Seehöhen, können und müssen die Beobachtungstermine nach gleicher Localzeit eingerichtet werden; aber wenn es sich um ausgedehnte Länderstrecken, wie ganz Europa handelt, so ist die Durchführbarkeit gleicher Lokalzeit sehr viel schwieriger. Denn man erhält dann für die verschiedenen Länder heterogene, nicht direkt vergleichbare Mittelwerthe, und auch die aus den Terminen abgeleitete tägliche Curve der meteorologischen Elemente liefert nicht die charakteristischen Punkte, die uns am wichtigsten erscheinen. Da es nun unmöglich ist, die Beobachtungstermine so zu legen. dass alle meteorologischen Elemente die vergleichbarsten und brauchbarsten Mittelwerthe liefern, erscheint es nothwendig, nur ein oder

einige Elemente bei der Terminwahl zu berücksichtigen und hierzu eignet sich ganz besonders die Temperatur.

„Es ist unbedingt nothwendig," bemerkt Hann [18]), „sowohl um direkt vergleichbare Mittelwerthe zu erhalten, als auch zur Kenntniss des täglichen Ganges der verschiedenen meteorologischen Elemente zu gelangen, dass in jedem Lande nach Maassgabe seiner Ausdehnung und seiner Localverschiedenheiten mehr oder minder zahlreiche Stationen mit selbstregulirenden Instrumenten oder direkten stündlichen Ablesungen errichtet werden. Die stündlichen Aufzeichnungen sollten in extenso veröffentlicht werden. Wir sind der Ansicht, dass das gegenwärtige System von internationalen Beobachtungen in Europa ein sehr nützliches ist und einen grossen Fortschritt gegenüber der Periode vor dem Wiener Congress bedingt. Es könnte gewiss noch manches besser sein, aber auch in der Meteorologie muss man auf der Hut sein, dass nicht das Bessere des Guten Feind werde, was unzweifelhaft eingetreten wäre, hätte man die absolute Uebereinstimmung der Beobachtungstermine als unerlässliches Erforderniss hingestellt."

Hiernach erscheint es schwierig und aussichtslos, ein einheitliches, an die gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen sich anlehnendes System der Terminbeobachtungen, welches gleichzeitig als theoretisch vollkommen bezeichnet werden könnte, für die Wettertelegraphie zur allgemeinen Annahme zu bringen. Es wird sich also hier nur noch darum handeln, für unsere Zwecke ein eigenes, unabhängiges System einzurichten. Ein solches eigenes, für die Wettertelegraphie organisirtes System finden wir in Nordamerika, wo aber nicht etwa gleiche Localzeit, sondern Simultanzeit den Beobachtungen zu Grunde gelegt ist. Der Hauptgrund, welcher das Washingtoner Institut für die Wahl der Simultanzeit bestimmte, mag ein zweifacher gewesen sein: zunächst wäre bei gleicher Ortszeit die zum möglichst raschen Depeschenaustausch ergriffene Maassregel, dass sofort nach der Beobachtung die Telegraphenlinien in Bereitschaft gehalten werden zur Beförderung der meteorologischen Berichte, wegen der grossen Zeitdifferenz zwischen dem äussersten Osten und Westen nicht durchführbar gewesen und es hätte sich bei Einführung gleicher Localzeit eine fast noch grössere Verschleppung der Telegramme eingestellt wie in Europa, wo allerdings an den westlichen Centralanstalten die Telegramme aus dem entfernten Osten fast gleichzeitig mit denen des Westens einlaufen; andererseits würden die Beobachtungstelegramme der näheren östlichen Stationen veralten, ehe

die von den entfernteren westlichen Orten ankommen, indem der Zeitunterschied zwischen Washington und dem äussersten Westen über 3 Stunden beträgt*).

„Mit der immer weiteren Ausbreitung der Wettertelegraphie tritt die Nothwendigkeit einer Uebereinstimmung in den Beobachtungsstunden und zugleich die Frage, ob gleiche Local- oder Simultanzeit für die mitzutheilenden Beobachtungen einzuhalten sei, immer dringender hervor. Die Meinungen in dieser Beziehung sind sehr getheilt; es giebt Viele, die vom wissenschaftlichen Standpunkte die Anwendung derselben faktischen resp. Simultanzeit für das einzig Richtige und den Gebrauch der Localzeit, welche Zustände, die eigentlich nicht ganz gleichzeitig sind, zu einem Bilde vereinigen lässt, für durchaus fehlerhaft erklären, während Andere die Anwendung von Simultanzeit perhorresciren, weil wir dabei das Bild durch Nicht-Elimination der nicht nur die Temperatur, sondern auch sämmtliche meteorologische Elemente beherrschenden täglichen Periode ausserordentlich compliciren und dessen Verständniss, von dem wir ohnedies kaum die ersten Anfänge haben, ungemein erschweren. In der That befinden wir uns in einem von der Natur selbst uns gestellten Dilemma. Dem eigentlichen Sinne der Wettertelegraphie und der Zeichnung synoptischer Witterungskarten, die gleichzeitigen Zustände und deren Zusammenhang uns vor Augen zu führen, entspricht nur der Gebrauch der Simultanzeit vollständig. Aber der in dieser Beziehung bei der Anwendung gleicher Localzeit stattfindende Fehler ist praktisch von keiner Bedeutung, denn er wächst nur ebenso continuirlich mit der Entfernung heran, wie die gegenseitige Beeinflussung der Erscheinungen abnimmt und ist auf kleine Distanzen, wo diese Beeinflussung hauptsächlich von Belang ist, verschwindend. Auch muss man bemerken, dass es unzweifelhaft von bedeutendem Vortheil ist, beim Gebrauche gleicher Ortszeit die Temperaturen, Winde etc. verschiedener Orte ziemlich unmittelbar mit einander vergleichen zu können, während bei gleicher Simultanzeit wir Land- und Seewinde, tägliche Maxima und Minima der Temperatur, Nachmittagsgewitter und Morgennebel u. s. w.

*) Nehmen wir das System der Seewarte als zwischen 10° W und 40° E an, so beträgt die Zeitdifferenz zwischen Hamburg und dem äussersten Westen 1 Stunde 20 Minuten, und dem äussersten Osten 2 Stunden, so dass also bei gleichzeitiger Absendung der Telegramme jene aus der ersteren Gegend um 1 Stunde 20 Minuten sich verspäten, und aus letzterer Gegend um 2 Stunden sich verfrühen würden.

auf einem Bilde vereinigt finden, welches zwar der Wahrheit entspricht, aber in welchem die rasch vorübergehenden und daher im Allgemeinen nicht so wichtigen Einflüsse der Tageszeiten jene der grossen Luftströmungen und der Druckvertheilung theilweise verdecken.

Wir glauben, dass das Gewicht der theoretischen Gründe ziemlich gleich auf beiden Seiten ist, und dass es praktische Rücksichten sind, welche hier den Ausschlag bringen werden. Nun ist es zwar für Institute, welche näher dem westlichen Rande ihres Beobachtungsnetzes liegen — und dieses ist der vorwiegende Fall bei den Instituten des europäischen Continents — ganz angenehm, bei dem langsamen Gange der Telegramme hier durch die Zeitdifferenz die Depeschen der entfernteren östlichen Stationen mit jenen des näheren Westens ziemlich gleichzeitig zu erhalten, für Institute dagegen, die im Osten ihres Landes liegen, wie London und besonders Washington, wäre diese Einrichtung ausserordentlich störend.

Wenn wir in Europa, wie zu hoffen ist, einmal die Nachrichten, statt 2—4, nur 1 Stunde nach der Beobachtung erhalten werden, so wird schon der Nachtheil der Zeitdifferenz auch hier noch allgemein fühlbar werden. Ganz besonders aber wird der Uebergang zu Simultanbeobachtungen unbedingt erforderlich werden, sobald Aussicht vorhanden sein wird, von den europäischen Telegraphenverwaltungen ebenso die Bereithaltung der nöthigen Linien für bestimmte Momente am Tage zur Beförderung meteorologischer Telegramme zu erwirken, wie dieses in Amerika der Fall ist; denn diese Momente müssen ja der Natur der Sache nach simultan in dem ganzen Bereiche des Beobachtungsnetzes sein."

Bei der Einrichtung eines simultanen Beobachtungssystemes zu Zwecken der Wettertelegraphie spielt die Zeitfrage entschieden die Hauptrolle. Diese Frage bot in Nordamerika keinerlei Schwierigkeit, da die Telegraphenverwaltungen durch Gesetz verpflichtet sind, zu jeder Zeit, gleichgültig ob am Tage oder in der Nacht, dem Signal Service zu Diensten zu stehen, so dass also nur noch die Frage in Betracht kam, welche Termine für die Berichterstattung und die Verbreitung der Witterungsaussichten am geeignetsten erschienen.

In Europa liegen, wie schon oben mehrfach angedeutet wurde, die Verhältnisse viel complicirter. Denn hier hat man in erster Linie zu rechnen mit den verschiedenen Telegraphensystemen, mit den verschiedenartigen Wünschen des Publikums in Bezug auf

Zeitungsberichte, Prognosen, Hafentelegramme und Sturmwarnungen, mit den einzelnen Beobachtungsnetzen, mit dem guten Willen der freiwilligen und unbesoldeten Beobachter, kurz es stellen sich Schwierigkeiten so mannigfacher Art der rationellen Reorganisation des wettertelegraphischen Systemes entgegen, dass bei näherer Betrachtung die Aussicht auf Durchführung immer mehr in die Ferne rückt. Dennoch wollen wir es nicht unterlassen, hier kurz alle diejenigen Punkte zu beleuchten, welche bei einer zweckmässigen Einrichtung jenes Systemes hauptsächlich in Frage kommen, und wenn möglich, die Schwierigkeiten auf ein Minimum zurückzuführen.

Zunächst erscheint es nach den früheren Erörterungen nothwendig, dass mehrere, etwa 3 Termine für die telegraphische Berichterstattung angenommen werden, und zwar zu äquidistanten Zeiten, etwa am Morgen, am Nachmittag und am Abend oder in der Nacht. Allerdings wäre es wünschenswerth, dass an jedem dieser Termine von allen Stationen des Systems, deren Zahl zunächst auf das Unentbehrliche beschränkt werden müsste, Wettertelegramme eingeschickt würden; allein dieses ist so lange nicht zu erreichen, als nicht eine hinreichende Bezahlung der Beobachter bewilligt werden kann, oder die Pflicht zur Beobachtung nicht mit gewissen Stellen und Aemtern officiell verbunden ist. Es wird also nichts anderes zu thun übrig bleiben, als das Hauptgewicht auf einen von diesen Terminen zu legen, an welchem Berichte von allen den Stationen einlaufen und diesen in ausgiebigster Weise zu benützen, während an den anderen Terminen nur von einer beschränkten Anzahl der Stationen Wettertelegramme eingehen, ein Weg, welcher bereits von Anfang an von der Seewarte und anderen Instituten eingeschlagen wurde. Es wird sich nun hauptsächlich darum handeln, den für den Hauptverkehr wichtigsten Termin festzusetzen, so dass sowohl die Depeschen ohne grosse Schwierigkeit erhalten werden können, als auch den Bedürfnissen des Publikums möglichst Rechnung getragen wird.

Zunächst wird hier die Frage in Betracht kommen, zu welcher Zeit unsere Telegraphen am wenigsten von anderweitigem Depeschenverkehr belastet sind, indem hierauf im Interesse der Wettertelegraphie die grösste Rücksicht zu nehmen ist. Ursprünglich, als der wettertelegraphische Dienst ins Leben gerufen wurde, hat man jedenfalls mit Rücksicht auf die geringe Belastung der Telegraphen in den frühen Morgenstunden, 8 Uhr Morgens und im Sommer theilweise 7 Uhr Morgens, also den Beginn der Dienstzeit an den meisten

Telegraphenämtern, als Termin gewählt und diese Zeit dürfte damals bei der geringeren Anzahl der Depeschen und der noch mangelhaften Erfahrung den Anforderungen entsprechen. Aber im Laufe der Zeit ist der Bedarf an Wetterdepeschen, sei es zur Informirung der Centralinstitute selbst, sei es zur Berichterstattung an Zeitungen, Häfen etc., so ausserordentlich angewachsen, dass der auf 8 resp. 7 Uhr Morgens bezügliche wettertelegraphische Verkehr bis über die Mittagszeit hinaus, also in die Zeit der grössten Belastung der Telegraphenämter sich ausdehnte. Daher erscheint es geboten, diesen Termin für den Depeschenverkehr, welcher überall noch als der Haupttermin, bei den meisten Centralanstalten als der einzige Termin gilt, einzuschränken und hierfür einen anderen günstigeren zu wählen. Hierzu erscheinen die Abend- und Nachtstunden am meisten geeignet, wo die Telegraphenverbindungen entweder ganz frei oder doch nur wenig besetzt sind. Diesen Vorschlag machte schon Hoffmeyer dem Wiener Meteorologen-Congresse in folgender Motivirung [19]):

„Da es nach unserer Auffassung von der höchsten Wichtigkeit sein wird, die täglichen meteorologischen Mittheilungen so frühe am Morgen als nur möglich geben zu können, so erlaube ich mir, die Aufmerksamkeit des Congresses darauf hinzulenken, ob es nicht zu empfehlen wäre, diese Mittheilungen hauptsächlich auf Beobachtungen des vorhergehenden Abends zu basiren. Wenn ein gut gelegenes Centralinstitut an jedem Abend von einer hinlänglich grossen Anzahl europäischer Stationen telegraphische Depeschen bekommen könnte, um daraus eine Uebersicht der allgemeinen meteorologischen Verhältnisse abzuleiten, so würde dieses Resumé den einzelnen nationalen Systemen schon in der Nacht oder ganz frühe Morgens mitgetheilt werden können, um daselbst in Verbindung mit den einlaufenden Morgendepeschen der eigenen Stationen verwerthet zu werden.

Die einzelnen nationalen Systeme würden dadurch nicht allein einen besseren und vortheilhafteren Ueberblick der Lage, sowie der Veränderungen der grossen Barometer-Maxima und -Minima erhalten, sondern es würde durch eine solche Centralisation der Abendbeobachtungen auch möglich werden, sich in jedem einzelnen Systeme mit Morgentelegrammen von einem beschränkteren Bezirke zu begnügen als jetzt, wo fast jedes meteorologische Institut genöthigt ist, sein telegraphisch-meteorologisches Netz weit über die Grenzen des Landes allmählich nach allen Seiten hin zu erweitern, um genügende Kenntniss der Wetterverhältnisse zu haben. Die Tele-

gramme von den fremden und entlegenen Stationen kommen aber so unregelmässig und so spät an, dass die täglichen Witterungsübersichten sowie die Sturmwarnungen erst gegen 12 Uhr oder wohl noch später veröffentlicht werden können, während sie wenigstens 2 Stunden früher fertig sein könnten, wenn sie nur von Telegrammen eines kleinen Bezirkes abhängig wären."

Dass in der That die Wetterdepeschen am Abend rascher und regelmässiger einlaufen, hat die Erfahrung an der Seewarte in den letzten Jahren entschieden gezeigt, indem bei dem an der Seewarte seit 1882 eingeführten Abenddienste die Observationstelegramme sofort nach Beginn des Dienstes in ununterbrochener Reihenfolge einlaufen, vorausgesetzt, dass dieselben pünktlich sofort nach der Beobachtung dem Telegraphenamt übergeben werden, so dass schon innerhalb 45 Minuten (bis $9\frac{1}{4}^h$ p. m.) sämmtliches wettertelegraphische Material (von 28 Stationen incl. Centralstelle) eingelaufen und in den Tabellen und Karten eingetragen ist*).

Was also die Wahl des Haupttermines, wovon bei Grundlage äquidistanter Beobachtungsintervalle der Moment der übrigen Termine abhängt, in Bezug auf eine zweckmässige Benutzung des Telegraphen betrifft, so empfehlen sich hierzu entschieden die Abend- oder Nachtstunden; indessen fällt hier noch eine andere Frage nicht minder ins Gewicht, nämlich, welche Zeit entspricht am besten den Bedürfnissen des Publikums? Die Bedürfnisse des Publikums beziehen sich auf die Mittheilung sowohl von Witterungsthatbeständen als Witterungsaussichten, seien es Prognosen oder Sturmwarnungen, wobei die Interessen des Seemannes ganz andere sind, als die des Landwirthes, wobei es aber vor Allem sich darum handelt, dass alle diese Mittheilungen möglichst rasch und allseitig verbreitet werden. Die erstere Classe von Nachrichten über den thatsächlichen Zustand der Witterung wird gewünscht von den Zeitungen an verschiedenen Tageszeiten, je nachdem dieselben am Morgen, Nachmittage und Abend erscheinen. Obgleich der hier in Betracht kommende Zeitmoment für die verschiedenen Zeitungen nicht überall derselbe ist, so lässt sich im Allgemeinen annehmen, dass für die Morgenzeitungen die Beobachtungen während der Nacht oder in späten Abendstunden, für die am Nachmittage erscheinenden Zeitungen, sowie für die

*) Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass in Grossbritannien bereits um 6^h p. m., ebenso dass in den Niederlanden, Norwegen und Dänemark vor 8^h p. m. beobachtet wird.

Börse das vor Mittag, für die Abendzeitungen das vor etwa 5 Uhr eingelaufene und bearbeitete Material gewünscht wird.

Zur Absendung von thatsächlichen Mittheilungen an die Häfen eignen sich am besten die Abend- und in zweiter Linie die frühen Morgenstunden, welche Einrichtung indessen eine Verlängerung, oder einen früheren Beginn der Dienstzeit an kleineren Telegraphenämtern bedingen würde. Für die Interessen des Binnenlandes eignet sich, falls sich die Prognose nur auf den folgenden bürgerlichen Tag beziehen soll, wie es dem jetzigen Stande der Wettertelegraphie entspricht, als Zeitmoment für die Ausgabe der Prognose etwa 3 bis 4 Uhr Nachmittags, soferne dafür gesorgt wird, dass die Prognose in kürzester Zeit allseitig verbreitet wird; kann bei weiterer Entwickelung der Wettertelegraphie ein grösserer Zeitraum erreicht werden, auf welchen sich die Prognosen beziehen, was, wie ich noch näher zeigen werde, nicht unwahrscheinlich ist, so dürfte ohne grossen Nachtheil irgend ein anderer Termin zur Ausgabe der Prognosen benutzt werden. Dabei hat langjährige Erfahrung an der Seewarte und anderen Instituten gezeigt, dass die Aufstellung der Prognosen am geeignetsten hauptsächlich auf Grund der Nachmittagstelegramme erfolgt.

Aus diesen Darlegungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass allen Bedürfnissen nicht in gleich geeigneter Weise entsprochen werden kann. Am zweckmässigsten erscheint es mir, für die europäische Wettertelegraphie die Abend- oder Nachtstunden zum Haupttermine zu wählen und an den beiden äquidistanten Terminen sich mit einem beschränkten Depeschenverkehr zu begnügen, wobei es allerdings jedem einzelnen Centralinstitute überlassen bleibt, das Hauptgewicht auf die Tagestermine zu legen, wenn dieses mehr den obwaltenden Bedürfnissen entsprechen sollte. Insbesondere für das Sturmwarnungswesen hat jene Einrichtung noch den grossen Vortheil, dass die Warnungen zu einer Zeit gegeben werden können, wo der Wind in der täglichen Periode nicht dem Maximum der Stärke nahe ist, während gegenwärtig die Warnungen gewöhnlich um die Mittagszeit oder in den ersten Nachmittagsstunden gegeben werden, wo die Windstärke durchschnittlich 1½- bis 2mal so gross ist, als am Morgen, ein Umstand, welcher in so ferne ins Gewicht fällt, als hierdurch die Fälle, in welchen die Windstärke nach gegebener Warnung nicht zunimmt, vermehrt werden*).

*) Nach den neuerlichen Untersuchungen von Hellmann (Met. Zeitschr. 1885 p. 437) erleiden allerdings in der kälteren Jahreszeit auch während der

Ein enger Anschluss an die amerikanischen Beobachtungstermine scheint für praktische Zwecke zwar nicht absolut nothwendig zu sein, allein aus manchen theoretischen Gründen erscheint derselbe wünschenswerth, wenn ein solcher Anschluss ohne Nachtheile für die europäische Wettertelegraphie erfolgen kann. Legen wir die Beobachtungstermine des nordamerikanischen Systems zu Grunde, so würden bei Uebertragung auf unser europäisches System die Beobachtungen, von West nach Ost fortschreitend, auf folgende Simultanzeiten fallen:

	Beobachtungstermine:					
Meridian 75° W. Gr. . .	7^h	a. m.	3^h	p. m.	11^h	p. m.
Greenwich	0^h	p. m.	8^h	"	4^h	a. m.
Hamburg	$0^h\ 40^m$	"	$8^h\ 40^m$	"	$4^h\ 40^m$	"
Berlin	$0^h\ 54^m$	"	$8^h\ 54^m$	"	$4^h\ 54^m$	"
Wien	$1^h\ 6^m$	"	$9^h\ 6^m$	"	$5^h\ 6^m$	"
Petersburg	$2^h\ 2^m$	"	$10^h\ 2^m$	"	$6^h\ 2^m$	"
Moskau	$2^h\ 30^m$	"	$10^h\ 30^m$	"	$6^h\ 30^m$	"

Will man dieses System annehmen, so empfiehlt es sich aus den oben erörterten Gründen, wenigstens für solche Systeme, welche einen grösseren telegraphischen Verkehr bei ihrer Organisation vorgesehen haben, die Abendstunde $8^h\ 54^m$ p. m. Berliner Zeit zum Haupttermine zu nehmen, und an den beiden anderen Terminen $4^h\ 54^m$ a. m. und $0^h\ 54^m$ p. m. Berliner Zeit nur eine beschränkte, den nothwendigsten Bedürfnissen entsprechende Anzahl der Depeschen, unter welchen namentlich das Inland zu berücksichtigen ist, sich zu verschaffen, welches nicht mit allzugrossen Schwierigkeiten verknüpft sein dürfte.

Da an diesen Hauptterminen die Telegraphendrähte nur wenig besetzt sind, wäre es leicht möglich, durch Einrichtung eines Circuit-Systems, welches dem nordamerikanischen mehr oder weniger ähnlich ist, den ganzen Depeschenverkehr zwischen den Centralanstalten und den Stationen einerseits und zwischen den Centralanstalten untereinander andererseits innerhalb 1½ Stunden nach der Beobachtung zu beenden, so dass höchstens 2 Stunden nach der Beobachtung sämmtliches Material verarbeitet ist und mit der Berichterstattung begonnen werden kann. Vor Mitternacht würden sämmt-

Nacht die Stürme eine nicht unerhebliche Verstärkung; es würde also bei unruhiger Witterung die Windstärke, nach Erreichung des Hauptmaximums, am Nachmittage durchschnittlich abnehmen, des Nachts zunehmen, und am frühen Morgen ein Minimum erreichen.

liche Häfen, Telegraphenämter und Zeitungen im Besitze sämmtlichen Materials sein, das noch in den frühen Morgenstunden durch anderweitige Mittheilungen ergänzt werden könnte, sei es durch ständige, das Abendtelegramm ergänzende, sei es durch ausserordentliche, welche dem Interesse der Landwirthschaft oder der Sicherung der Schifffahrt dienen sollen.

Durch diese Einrichtung würde den Bedürfnissen ziemlich allseitig und gründlich entsprochen werden können, ohne eine grössere Belastung des Telegraphen herbeizuführen, indem von der einen Seite zwar die Dienstzeit vermehrt, aber von der anderen der wettertelegraphische Dienst am Tage bedeutend entlastet wird. Insbesondere würden die Vortheile, welche sich beispielsweise an der Seewarte durch den beschränkten Abenddienst zweifellos herausstellen, sehr vermehrt werden, und die hieraus für die Küstenbevölkerung entspringenden Wohlthaten würden sich bald fühlbar machen. Auch der dringende Wunsch des Landwirthes könnte befriedigt werden, wenn der Haupttermin für die Ausgabe der Prognosen etwa auf 2 Uhr Nachmittags Berliner Zeit verlegt würde, er würde dann spätestens um 3 Uhr im Besitze der Prognose für den folgenden Tag sein, während gegenwärtig die ebenfalls auf beschränkten Mittheilungen von Nachmittagsbeobachtungen basirenden Prognosen erst frühestens um 4½ Uhr Berliner Zeit zur Ausgabe gelangen können, so dass dieselben erst in den Abendstunden zur Kenntniss der Interessenten gelangen.

Wann eine derartige durchgreifende Aenderung in der Organisation der Wettertelegraphie bei den bestehenden Schwierigkeiten zur Durchführung gelangen wird, ob nach kurzer oder langer Zeit, ist sehr schwer zu entscheiden, dass sie aber bei weiterer Entwickelung der ausübenden Witterungskunde und bei zunehmendem Bedürfnisse nach Mittheilungen von Wetterprognosen und Witterungsthatbeständen schliesslich doch durchdringen wird, davon sind wir vollständig überzeugt und diese Ueberzeugung wollten wir durch obige Darlegungen ganz bestimmt hervorheben.

4) Form und Inhalt der Wettertelegramme.

Im ersten Theile dieses Handbuches (pag. 308) wurde die Einrichtung der Wettertelegramme, wie sie im inländischen und internationalen Verkehre zur Anwendung kommt, ausführlich besprochen. Indem wir hierauf verweisen, wollen wir uns hier nur darauf be-

schränken, der Vollständigkeit wegen das Schema nochmals kurz wiederzugeben und durch ein Beispiel zu erläutern.

Schema für Morgendepeschen (Europäischer Continent).

Gestern Abend					Heute Morgen									
I. Gruppe.		II. Gruppe.			III. Gruppe.		IV. Gruppe.			V. Gruppe.		VI. Gruppe.		
Barometer 700mm	Windrichtung 16 Strich, gerade Zahlen 32 = N, 0,2 = NNE etc.	Windstärke 0—12	Witterung	Trockenes Therm.	Barometer	Windrichtung	Windstärke	Witterung	Trockenes Therm.	Feuchtes Therm.	Regen in 24 Std. ganze mm	Temper.-Maxim., ganze Grade	Temper.-Minim., ganze Grade	Seegang (Inl.: Wolkenform)
BBB	WW	S	H	TTT	BBB	WW	S	H	TTT	T'T'T'	RR	MM	mm	G (F)

Schema für Nachmittagsdepeschen.

Barometer	Windrichtung	Windstärke	Witterung	Trockenes Therm.	Feuchtes Therm.	Mit 0 auszufüllen.	Wolkenform
BBB	WW	S	H	TTT	T'T'T'	0	F

Schema für Abenddepeschen.

Barometer	Windrichtung	Windstärke	Witterung	Trockenes Therm.
BBB	WW	S	H	TTT

Zur Erklärung knüpfen wir hieran noch folgende kurze Bemerkungen:

TTT = Temperatur in Zehntelgraden, wobei bei Temperaturen unter 0° C. zur Anzahl der abgelesenen Minusgrade 50 hinzugefügt wird, z. B. — 0,5° C. wird telegraphirt 505, — 12,2° = 622 etc.

S bezeichnet die Windstärke nach der Skala des Admiral Beaufort (Seeskala) und zwar

	Beaufort's Skala.	Geschwindigkeit m. p. sec. nach Scott.	nach Sprung.	nach Köppen.	Sprung u. Köppen combin.
Windstille	0	(1,5)	1,9	2,1	1,0
Leiser Zug	1	3,5	2,7	2,9	2,8
Leichter Wind	2	6	4,0	4,2	4,1
Schwacher „	3	8	5,4	5,3	5,4
Mässiger „	4	10	6,8	6,9	6,8
Frischer „	5	12,5	8,2	8,7	8,4
Starker „	6	15	9,8	10,7	10,2
Harter steifer Wind . .	7	18	10,7	12,7	11,7
Stürmischer Wind . . .	8	21,5	12,4	14,5	13,4
Sturm	9	25	14,9	15,7	15,3
Starker Sturm	10	29	—	—	—
Harter (heftiger) Sturm .	11	33,5	—	—	—
Orkan	12	40	—	—	—

Die Werthe nach Sprung sind aus 1000 Beobachtungen der Stationen Borkum, Keitum, Swinemünde und Neufahrwasser berechnet, und unter Berücksichtigung der Anemometerconstanten ($w = 1{,}0 + 0{,}8 w^1$, $w^1 = 3a$, a = Weg der Schaalenmitten) durch Köppen corrigirt, die Werthe nach Köppen sind durch andere Gruppirung der von Scott benutzten Beobachtungen und durch Correction auf obige Weise gewonnen; diejenigen von Scott geben einfach den Weg der Schaalenmitten an.

Für den Continent wird, wenn die Windstärke über 9 geht, diese Ziffer an die betreffende Stelle gesetzt und am Ende des Telegramms die wirkliche Stärke in Worten gegeben.

H = Witterung oder Hydrometeore im Momente der Beobachtung:

0 = ganz heiter, wolkenlos,	5 = Regen,
1 = ¼ bedeckt,	6 = Schnee,
2 = ½ bedeckt,	7 = Dunst, Höhenrauch (nebl.),
3 = ¾ bedeckt,	8 = Nebel,
4 = ganz bedeckt,	9 = Gewitter.

Andere, sowie die nicht im Momente der Beobachtung stattfindenden Hydrometeore werden den Depeschen in Worten beigegeben.

G = Seegang:

0 = schlicht,	5 = unruhig,
1 = sehr ruhig,	6 = grob,
2 = ruhig,	7 = hoch,
3 = leicht bewegt,	8 = sehr hoch,
4 = mässig bewegt,	9 = äusserst (furchtbar) hoch).

T = Himmelszustand für deutsche Stationen (die Küstenstationen geben den Seegang als Bemerkung):

0 = wolkenloser blassblauer Himmel,	5 = Strati, Strato-cumuli,
1 = Cirri,	6 = schwere dunkle Wolken,
2 = Cirro-strati oder leicht überzog.	7 = mehrere Schichten übereinander,
3 = Cirro-cumuli (Schäfchen),	8 = einförmig grauer Himmel,
4 = Cumuli und Cumo-Strati,	9 = wolkenloser, tiefblauer Himmel.

Das folgende Wettertelegramm mag als Beispiel dienen:

63304 43114 60214 55098 09702 14088

See 2, seit 5 Uhr Morgens leichter Regen.

Die dechiffrirte Depesche lautet: Gestern Abend: Barometer = 763,3mm NE mässig, ¾ bedeckt, Temperatur 11,4 E; heute morgen: Barometer = 760,2mm, SSE, frisch, Regen, trockenes Thermometer = 9,8° C., feuchtes = 9,7° C., Regenmenge in den letzten 24 Stunden = 2mm, Temperatur-Maximum = 14°, Temperatur-Minimum = 8°, einförmig grauer Himmel.

Ausserdem ist an der Seewarte noch ein Depeschenschema für eine Anzahl von Signalstellen, welche zur Zeit unruhiger Witterung an die Seewarte Extratelegramme absenden, die gleichzeitig als Empfangsbescheinigung der Sturmwarnungen dienen, in Gebrauch, nämlich

BBBWW SHGbw,

wobei b die Aenderungen des Barometers in den letzten Stunden angiebt (0 = unverändert, 1 = langsam steigend, 2 = mässig steigend, 3 = rasch steigend [$^1/_2$—1^{mm} pro Stunde], 4 = sehr rasch steigend [über 1^{mm} pro Stunde], 5 = langsam fallend, 6 = mässig fallend etc.); w bezeichnet den Charakter des Windes (1 = gleichmässig wehend, 2 = auffrischend, 3 = auffrischend, böig, 4 = abnehmend, 5 = abnehmend, böig, 6 = rechtdrehend, 7 = zurückdrehend, 8 = in Böen); die übrigen Chiffern haben dieselbe Bedeutung, wie bereits oben angegeben.

Einige in der Maassverschiedenheit begründete Abweichungen hat das auf den britischen Inseln gebräuchliche Schema

I	II	III	IV	V	VI
BBBww	SSHTT	BBBWW	SSHTT	T'T'RRR	MMmmg

Hier sind die Barometerstände und Regenmengen in Hundersteln englischer Zolle und die Temperaturen in ganzen Graden Fahrenheit gegeben.

Abweichend von der europäischen Einrichtung sind für die einzelnen Angaben im Wettertelegramm in Amerika willkürliche Worte gewählt, welche in einem umfangreichen Codex zusammengestellt sind, z. B. für die Angabe der Regenmengen, seit der letzten Beobachtung, sind folgende Worte in Gebrauch:

0,01 Zoll = Rabbit, 0,02 = Rabble, 0,03 = Raccon,
0,04 = Race etc. etc.

Das Telegramm von einer Sunset-Station sei beispielsweise:

„Fettermann Dimly Calver Fiddle Festive“,

so lautet die dechiffrirte Depesche: Station Fetterman, Sonnenuntergang unsicher, Windrichtung S, Wolkenmenge $^3/_4$, Barometer 24,25 Zoll, trockenes Thermometer 44° F, feuchtes Thermometer 35°, Regenmenge seit der letzten Beobachtung 0,85 Zoll.

Allerdings ist dieses System für Fehler bei der telegraphischen Uebermittelung weniger zugänglich als das oben angeführte Ziffernsystem, indessen ist dasselbe wenig geeignet, an die Stelle des letzteren zu treten. Abgesehen davon, dass die Sicherheit der telegraphischen Beförderung der Ziffergruppen, wie oben bemerkt, nach und nach erheblich zugenommen hat, so dass Verstümmelungen immer seltener werden, und jene durch einige Vorsichtsmassregeln erhöht werden kann, hat das Ziffersystem den Vortheil der Einfachheit, indem jeder dasselbe leicht im Kopfe behält und kein Wörterbuch bei Auf-

stellung und Entzifferung der Depeschen nöthig ist, somit der Beschleunigung der Arbeit und dann auch der grösseren Sparsamkeit. Entscheidend für die Beibehaltung der Zifferschrift für unseren Erdtheil ist die Vielsprachigkeit Europas, indem die Wahl einer allen Telegraphenämter, Beobachtungsstationen und Instituten gleich geläufigen Sprache wohl kaum getroffen werden könnte.

In wie ferne der Inhalt der Depeschen den Bedürfnissen der Wettertelegraphie entspricht, wird ersichtlich werden, wenn wir die Grundlage der ausübenden Witterungskunde eingehend besprechen, vorläufig sei nur bemerkt, dass die meisten Centralanstalten mit der gegenwärtigen Einrichtung im Grossen und Ganzen zufrieden sind, wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft eine Revision des Schemas geboten erscheint, wobei einige Angaben als entbehrlich, andere als zu dürftig sich herausstellen werden.

Hier möchte ich nur auf eine offenbare Lücke in den Wetterdepeschen ganz besonders aufmerksam machen, welche von der Seewarte trotz wiederholter Bemühungen nur theilweise auszufüllen war:

„Es wäre sehr wünschenswerth, über den Zustand des Himmels und den Wolkenzug mehr durch die Telegramme zu erfahren, als dieses jetzt namentlich in Europa geschieht. In Amerika ist dem ‚Zuge der oberen Wolken‘ ein ständiger Platz in dem Telegrammschema zugewiesen; wenn auch die Ausfüllung desselben häufig unmöglich und stets etwas umständlich ist, und grosse Sorgfalt erfordert, wenn Täuschungen und Irrthümer vermieden werden sollen, so ist die Sache selbst doch von so grosser, freilich noch wenig erforschter Bedeutung für das Verständniss der Witterungsvorgänge und die Wetterprognose, dass dahin gerichtete Anstrengungen sehr lohnend sein würden. Auch von Seiten der Seewarte ist dieser Gegenstand der Aufmerksamkeit der Beobachter empfohlen und werden möglichst häufig einschlagende Nachrichten in den täglichen Wetterberichten gebracht.

Ein ausserordentlich wichtiger, aber ebenso schwieriger Factor für die Erkenntniss der Witterung ist jedenfalls auch die Wolkenform. Sie bietet zwar für die richtige resp. vergleichbare Auffassung durch die Beobachter noch grössere Schwierigkeiten, als der Wolkenzug, da indessen ihre synoptische Behandlung für grössere Länderstrecken in Europa überhaupt noch nie versucht worden ist, und in Amerika die betreffenden Karten nicht publicirt

werden*), so ist ein vorweg absprechendes Urtheil über deren Möglichkeit nicht gerechtfertigt. Man weiss aber, dass unter den Anzeichen für die locale, populäre Wetterprognose die Gestalt der Wolken die wichtigste Rolle spielt und mit Recht, da sie der Ausdruck des Zustandes grosser Schichten der Atmosphäre ist, die zudem weit freier von örtlichen Einflüssen die allgemeine Lage abspiegeln können, als die unmittelbar der Erdoberfläche aufliegende Luftschicht. Der erste auf eine regelmässige Verwerthung der Wolkenform für die Wettertelegraphie zielende Versuch in Europa ist seitens der Seewarte gemacht und geeignet, die weitere Verfolgung des Gegenstandes anzuregen, indem sie von den inländischen Stationen an Stelle des Seeganges (G) im Telegrammschema sich die Wolkenform und den Himmelszustand telegraphiren lässt. Allerdings wiegt im Winter die wenig charakteristische Bezeichnung 5 (str.-c.) vor, doch dieses liegt in der Natur der Sache; dagegen sind die Fälle, besonders in der wärmeren Jahreszeit, nicht selten, wo gleichzeitig eine grosse Zahl von benachbarten Stationen übereinstimmend die Bewölkung 1, 2 oder 3 angeben und ein ausgedehntes Feld mit cirröser Bewölkung bei ziemlich bestimmten Grenzen erkennbar wird, dessen Verhältnisse zu den gleichzeitigen und nachfolgenden Witterungsvorgängen sicherlich, wenn die Beobachtungen erst eine grössere Anzahl von Fällen umfassen, der Gegenstand interessanten und ergebnissreichen Studiums sein kann; das Material dazu wird in den Wetterberichten der Seewarte geliefert, doch wäre eine Erweiterung der Nachrichten über die Grenzen Deutschlands hinaus sehr zu wünschen. Die von der Seewarte angenommene Form der Mittheilungen ist gewiss verbesserungsfähig und eine internationale Einigung über ähnliche, womöglich noch weitergehende, Einrichtungen sehr wünschenswerth.

In grösserer Ausdehnung und bereits seit längerer Zeit wird die Wolkenform in den telegraphischen Berichten in Nordamerika berücksichtigt, wie dieses besonders aus dem letzten Jahresberichte des Signal Service (1877) ersichtlich ist. Es werden dabei unterschieden: Cirrus, Cirro-stratus, Cirro-cumulus, Cumulus, Cumulo-stratus, Stratus und Nimbus.

In neuerer Zeit sucht das Signal Office die vom Aussehen des Himmels hergenommenen Merkmale für die Wetterprognose noch mehr auszunützen, indem es sich sowohl von seinen regelmässigen

*) Eine Wolkenkarte für Nordamerika, welche die Luftdruckvertheilung und die Zugrichtung der oberen Wolken z. B. für den 28. April 1877, $4^h\ 35^m$ p. m. Washingtoner Zeit darstellt, findet sich in dem Jahrbuche 1881/82, pag. 133.

Stationen, als von besonderen ‚Sunset-Stations‘, deren 1877 26 in den westlichen Theilen der Union eingerichtet waren*), täglich den Charakter des westlichen Himmels bei Sonnenuntergang und diesen letzteren selbst telegraphisch mittheilen lässt, und zwar in Form einer Localprognose für ‚schön Wetter‘, ‚schlecht Wetter‘, oder ‚zweifelhaft‘; diese Prognose soll sich ausschliesslich auf das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Regen beziehen; daneben melden dieselben Stationen auch den Grad der Bewölkung, die Windrichtung und die Angaben des Psychrometers und Aneroids für die Zeit des Sonnenunterganges.“

Auf den britischen Inseln wird seit dem Jahre 1880 hauptsächlich auf Veranlassung des bekannten Wolkenkenners Clement Ley das Verhalten der oberen Wolken dem meteorologischen Amte in London von einigen Stationen telegraphisch übermittelt. Diese Telegramme können, unabhängig von den gewöhnlichen Terminbeobachtungen, zu jeder Tageszeit von 8^h a. m. bis 7^h p. m. abgegeben werden (jedoch mit genauer Angabe der Zeit, worauf sich die Beobachtung bezieht), und zwar soll von einer Station, ausser in ausserordentlichen Fällen, täglich nur ein Telegramm abgegeben werden. Das von Cl. Ley zu diesem Zwecke entworfene Schema umfasst 3 Zifferngruppen:

a.	b.	c. c.	d.	e. e.	f. f.	g.	h. h.	i. i.	k.
Wolkenform.	Wolkenmenge.	Wolkenzug.	Geschwindigkeit.	Richtung des Radiationspunktes.	Richtung des Centrums.	Dichtigkeit.	Richtung des Unterwindes.	Windstärke.	Wetter im Momente der Beobachtung.

Für die einzelnen Angaben sind folgende Skalen in Gebrauch:

a Wolkenform:

1 = eigentliche Federwolken, 2 = Cirrusschleier, 3 = hohe Cirro-cumulus, 4 = Cirrus-Dunst.

*) Im Jahr 1885 wurde an allen Stationen die Himmelsansicht beobachtet und diese für die Wetterprognose, ob gutes oder schlechtes Wetter für die nächsten 20 Stunden zu erwarten ist, verwerthet, beispielsweise wurden im Mai ds. Js. von 160 Stationen 5046 Berichte geliefert, von denen 85 % mit den nachfolgenden Thatbeständen übereinstimmten.

b Menge der oberen Wolken:

0 = sehr gering, 1 = 1/4 bedeckt, 2 = 1/2 bedeckt, 3 = 3/4 bedeckt, 4 = ganz bedeckt, 9 = nicht bestimmbar.

c c, e e, f f, h h Richtung:

00 = Calme, 02 = NNE, 04 = NE etc., 32 = N.

d Geschwindigkeit der oberen Wolken:

0 = ohne Bewegung, 1 = sehr langsam, 2 = mässig, 3 = schnell, 4 = unsicher.

g Dichtigkeit der oberen Wolken:

0 = sehr leicht, ohne Form, 1 = leicht, aber mit bestimmter Form, 2 = ziemlich dicht, 3 = dicht, 4 sehr dicht und drohend 9 = unsicher.

i i Skala Beaufort:

00 = Calme, 01 = leiser Zug etc., 10 = starker Sturm, 11 = harter Sturm, 12 = Orkan.

k Wetter (vergl. pag. 44 unter H):

0 = wolkenlos, 1 = 1/4 bedeckt (unt. und ob. Wolken) etc.

Zum Beispiel: Neun 29241 99992 18033 heisst dechiffrirt „Neun Uhr Morgens, Cirrusschleier, Menge unsicher, Zug sehr leicht vom W, Radiationspunkt unsicher, Centrum der Wolke unsicher, nur ein Theil ziemlich dicht, Wind zur Zeit der Beobachtung SSW schwach, 3/4 bedeckt mit unteren Wolken."

Es sei noch bemerkt, dass man unter Radiationspunkt diejenige Stelle versteht, nach welcher die Cirrusstreifen (auch wohl „Polarbanden" genannt) zu convergiren scheinen (Wirkung der Perspective).

Nachdem sich die Seewarte schon seit ihrem Bestehen vergebens bemüht hatte, die Beobachter zu bewegen, den Wetterdepeschen Bemerkungen über das Verhalten der oberen Wolken beizugeben, fügte sie seit Anfang des Jahres 1886 der Morgen- und Nachmittagsdepesche für die Inlandstationen noch eine auf Beobachtung der oberen Wolken bezügliche Ziffergruppe nach dem Schema

F,ZZS,S,

bei, in welcher bedeutet:

F, Form der oberen Wolken:

0 = keine oberen Wolken, 1 = Federwolken, 2 = Schleier (Cirro-stratus), 3 = Schäfchen (Cirro-stratus), 9 = nicht beobachtet;

Z Z Zugrichtung der oberen Wolken, wie oben.

S,S, Streifungsrichtung der oberen Wolken, wie oben unter c c.

Zum Beispiel: 10610 bedeutet: Federwolken ziehen aus ENE und sind nach ESE gelagert; 00000 bedeutet: keine obere Wolken vorhanden; 99999 bedeutet: nicht beobachtet.

Die Wolkenbeobachtungen sind für die ausübende Witterungskunde von hervorragender Bedeutung, so dass wir hierauf weiter unten noch eingehend zurückkommen werden.

Andere wünschenswerthe Abänderungen in den Wettertelegrammen dürften aus den weiter unten folgenden Besprechungen hervorgehen; ich möchte hier nur noch den allgemeinen Vorschlag der Erwägung empfehlen, dass die einzelnen Centralanstalten von ihren inländischen Stationen in jeder Beziehung vollständige Telegramme für jeden Beobachtungstermin sich verschaffen und insbesondere diese in ihren Bulletins in extenso publiciren, wobei auch die Wiedergabe der Curven von einigen Registrirapparaten sich dringend empfiehlt, dagegen kann sich der Inhalt der ausländischen Depeschen auf solche Daten beschränken, welche sofort für den wettertelegraphischen Dienst verwerthbar sind. Es lassen sich dann interessante Witterungserscheinungen schon einige Tage nach ihrem Auftreten sowohl intensiv als extensiv in kurzen Zeitintervallen fruchtbringend verfolgen, wie es leider gegenwärtig nicht gut möglich ist. Es muss hier bemerkt werden, dass das wettertelegraphische Material kein todtes Object ist, wenngleich eine grosse Anzahl von Stationen ihre Beobachtungsjournale nachher in extenso publicirt, sondern dass dasselbe, wie die Erfahrung zweifellos gezeigt hat, mit gutem Erfolge verwerthet werden kann, wobei durch nachherige Nachträge und Berichtigungen der Werth des Materials bedeutend erhöht wird.

5) Die Bearbeitung des Depeschenmaterials.

Der Wetterdienst.

Bei der Bearbeitung des Depeschenmateriales kommt es namentlich darauf an, dass dieselbe systematisch und in möglichst kurzer Zeit stattfindet. Hierzu ist erforderlich, dass die Depeschen in ununterbrochener und geordneter Reihenfolge kurz nach der Beobachtung einlaufen und während des Einlaufs gleichzeitig für die verschiedenen Zwecke der Wettertelegraphie, sei es zur Information oder zur Berichterstattung verarbeitet werden, wozu ausser dem Telegraphisten zwei oder drei gut geschulte Kräfte vorhanden

sein müssen. Indem ich es versuche, im Folgenden kurz einen Plan für die Bearbeitung der Depeschen zu entwickeln, werde ich hauptsächlich die Einrichtung des Wetterdienstes an der Seewarte zu Grunde legen.

Die Dechiffrirung der Depeschen und das Eintragen der Beobachtungen in die Tabellen, welche nachher entweder ganz oder theilweise publicirt werden, ist wie oben angegeben wurde, sehr einfach und geschieht durch einen Beamten, der ausserdem noch gleichzeitig die Depeschen an die Häfen und an die verschiedenen Institute des In- und Auslandes fertig zu stellen hat, während ein anderer Beamter das Depeschenmaterial kartographirt und für die Berichterstattung an die Zeitungen und an das Publikum bearbeitet. An der Seewarte werden täglich 4 Tabellen entworfen, nämlich drei für den Morgen nebst vorhergehendem Abend (Inland, Osten und Westen des Auslandes) und eine für den Nachmittag; alle diese Tabellen werden durch die autographirten Wetterberichte publicirt, wovon unten ein Beispiel wiedergegeben ist.

Wie vielerlei Karten für jeden Beobachtungstermin angefertigt werden sollen, hängt lediglich von den Bedürfnissen und von der Zahl und Leistungsfähigkeit der vorhandenen Arbeitskräfte ab. An der Seewarte werden in der Jahreszeit mit ruhigerem Wetter (Mai bis Mitte September) täglich 7, in der übrigen unruhigeren (bei Bestehen des Abenddienstes) täglich 10 gezeichnet, von denen 4 veröffentlicht werden. Die eben erwähnten Karten sind:

a. Vormittags:

1 für Luftdruck, Wind und Bewölkung für 8^h resp. 7^h a. m.

1 für Temperatur, Seegang für 8^h resp. 7^h a. m. und Hydrometeore in den letzten 24 Stunden.

2 Variationskarten für Luftdruck und Temperatur in den letzten 24 Stunden.

1 Karte für Luftdruck, Wind und Bewölkung für den Vorabend.

b. Nachmittags:

2 für Luftdruck und Temperatur für 2^h p. m. mit den Variationen in den letzten 6 resp. 24 Stunden.

c. Abends:

1 für Luftdruck, Wind und Bewölkung für den Abend (die unter a. zuletzt aufgeführte Karte).

1 für Temperatur und Seegang für den Abend und Hydrometeore für die letzten 24 Stunden.

2 Variationskarten für Luftdruck und Temperatur für die letzten 12 resp. 24 Stunden.

Der tägliche telegraphische Dienst an der Deutschen Seewarte gestaltet sich auf folgende Weise, wobei derselbe nur zur Zeit unruhiger Witterung durch Sturmwarnungen nicht selten erhebliche Modificationen erleidet.

Die telegraphische Uebermittelung beginnt an der Seewarte um 9 Uhr Morgens Ortszeit und wird mit etwa 1½stündiger Unterbrechung bis 4½^h p. m., bei unruhiger Witterung zuweilen etwas länger unterhalten, während der Abenddienst sich auf den Zeitraum von 8½ bis etwa 9½ oder 10^h p. m. beschränkt. Etwas nach 10^h a. m. sind die inländischen Depeschen und ein grosser Theil der ausländischen eingelaufen, in letzterer Beziehung gewöhnlich diejenigen von Schweden, Norwegen, Finnland, Belgien, Holland, Dänemark, von der nordfranzösischen Küste und 2 aus Russland (Moskau und Riga). Nun beginnt sofort die Abgabe der unterdessen fertig gestellten Depeschen nach den verschiedenen Instituten in dem Maasse, als der jetzt sehr stark besetzte Draht zwischen der Seewarte und dem Haupttelegraphenamte es gestattet. Gewöhnlich zwischen 10½ und 11¼ kommen folgende Depeschen zur Versendung: nach Paris, Gruppe I—VI (volle Depesche) von 9 inländischen Stationen; nach Brüssel, Gruppe III, IV von 2 inländ. und 10 ausländ. Stationen, nach Kopenhagen, Gruppe III, IV, V, von 7 inländ. Stationen; nach Petersburg, Gruppe I—VI von 4 inländ. Stationen; nach Stockholm 1 mit der nach Kopenhagen gleichlautenden Depesche; nach Utrecht (1), Gruppe III, IV, V, von 6 inländ. Stationen; nach Wien (1) Gruppe III, IV, V, von 9 inländ. Stationen; nach Zürich (1), Gruppe III, IV, von 5 inländ. Stationen; nach Magdeburg, Chemnitz und Berlin, Gruppe III, IV, von 16 inländ. und 11 ausländ. Stationen; nach Stuttgart (Merkur), Gruppe III, IV, von 3 inländ. und 6 ausländ. Stationen nebst kurzer Uebersicht.

Diesen Depeschen folgen nach Einlauf der Nachrichten von den britischen Inseln noch 2 Depeschen nach Köln, a. Köln. Zeitung nach dem Schema TTWSH BB von 8 ausländischen Stationen und einer kurzen Angabe des Witterungszustandes in Hamburg, b. Köln. Volkszeitung nach gleichem Schema von 6 inländ. und 10 ausländ. Stationen mit demselben Texte wie Stuttgart (Merkur). Hieran schliessen sich die zweiten telegraphischen Berichte mit nur auslän-

dischen Stationen, Gruppe III, IV und V nach Wien und Utrecht, Gruppe III und IV nach Zürich.

Gleichzeitig wird eine Witterungsübersicht für Deutschland abgefasst*) und dem Zeichner übergeben, welcher bereits die Wettertabelle für Deutschland und die Curven der Registrirapparate in Hamburg (erste Seite des autographirten Wetterberichtes) für den Druck vorbereitet hat.

Gegen $11\,^1/_4{}^h$ a. m. laufen die Depeschen aus Wien und London ein, woran sich diejenigen aus Petersburg und Paris meist direkt anschliessen. Das Kartenmaterial ist jetzt bis auf die Beobachtungen aus Italien, welche erst am Nachmittage mit der Wiener Depesche ankommen, vollständig verarbeitet.

Auf den Arbeitswetterkarten, worin nun sämmtliches Material eingetragen ist, werden jetzt die Isobaren für den Morgen und den Abend von 5 zu 5^{mm} eingezeichnet, sowie die Isothermen für den Morgen. Eine wichtige Grundlage bilden die Aenderungskarten für Temperatur und Luftdruck sowohl für die Berichterstattung als auch für die Beurtheilung des wahrscheinlichen Verlaufs der Witterung.

Nachdem man aus den verschiedenen Arbeitskarten eine genügende Uebersicht der Witterung und ein Urtheil über die Aenderungstendenz derselben gewonnen hat, wird für die Hafentelegramme an die Deutschen Nord- und Ostseehäfen, sowie für das Abonnementstelegramm, welches alle grösseren Zeitungen Deutschlands beziehen, für welch' beide der tabellarische Theil schon fertig gestellt wurde, eine Witterungsübersicht gegeben und beide Telegramme sofort gleichzeitig an das Hauptamt befördert, die Hafentelegramme durch den Apparat der Seewarte, das Abonnementstelegramm durch einen Boten, welcher auch gleichzeitig eine Anzahl anderer Telegramme besorgt, die sonst eine Verzögerung erleiden würden. Der Abgang beider Telegramme erfolgt um Mittag oder kurz nachher.

Gleichzeitig mit dem Abonnementstelegramm geht eine Depesche (Gruppe III und IV von 21 ausländischen Stationen) nach Berlin, Magdeburg, Chemnitz, ferner das Isobarentelegramm, welches die Schnittpunkte der Isobaren in der im I. Theile dieses Handbuches (p. 363) dargestellten Weise mit chiffrirter Prognose enthält, nach München, Frankfurt a. M., Stuttgart und Karlsruhe, wobei München zur Ergänzung die Angaben von 2 inländischen und 8 ausländischen Stationen nach dem Schema TTWSH, Stuttgart

*) Dieser Bericht kam seit Anfang Januar 1886 in Wegfall.

diejenigen von 3 ausländischen Stationen nach dem Schema BBBWW SHTTT erhalten.

Zeitungswetterkarten werden an der Seewarte für den Druck fertig gestellt für den Hamburger Correspondenten (früher auch für die Hamburger Reform).

Nach etwa 1½ stündiger Pause beginnt der Nachmittagsdienst, bei welchem die Telegramme in ungefähr folgender Weise einlaufen: vor 3 Uhr sind die Beobachtungen der meisten inländischen Stationen (14), ferner auch diejenigen von Wien (mit Italien) und Petersburg angekommen, welchen die aus der Schweiz und Holland meist unmittelbar folgen, so dass, abgesehen von einigen unregelmässigen Verspätungen, um 3½ Uhr das Depeschenmaterial ausser der wichtigsten Depesche von London, die gewöhnlich erst zwischen 4 und 4½ Uhr, manchmal noch später, anlangt, zur Hand ist. Wenn möglich wird erst nach Ankunft dieser Depesche die Prognose abgefasst, welche in den täglichen autographischen Berichten der Seewarte, die bis dahin für den Druck nach und nach vorbereitet sind, veröffentlicht werden.

Nach dem Auslande werden am Nachmittage nur 2 Depeschen befördert nämlich um 3^h p. m. nach Utrecht (Gruppe III, IV, V von Hamburg 2^h p. m. und Kopenhagen 8^h a. m.) und nach Kopenhagen im Sommer (Gruppe III, IV, V von Hamburg und Borkum).

Der Abendienst, welcher sich auf die Zeit von 8½ bis etwa 9½ oder 10 Uhr erstreckt, verläuft wie bereits oben bemerkt wurde, sehr regelmässig, indem die Telegramme mit grosser Pünktlichkeit in ununterbrochener Reihenfolge ankommen, so dass also die Eintragung der Beobachtungen in die Tabellen und Arbeitskarten, sowie die sonstigen dienstlichen Arbeiten verhältnissmässig rasch erledigt sind.

Der eben besprochene regelmässsige Dienst in Abtheilung III der Seewarte wird, wie gesagt, nicht selten, insbesondere in der unruhigeren Jahreszeit, hauptsächlich durch die eine Vermehrung des Depeschenverkehrs bedingende Ausgabe von Sturmwarnungen erheblich modificirt, so dass manchmal eine Ausdehnung des Dienstes über die normale Dienstzeit und eine Verspätung der Depeschen nicht vermieden werden kann, indem Sturmwarnungen vor allen übrigen Depeschen in der Beförderung bevorzugt werden müssen.

Die bei der Construction der Wetterkarten angewandten Zeichen für Bewölkung, Hydrometeore und die übrigen ausserordentlichen Erscheinungen zeigen bei den einzelnen Systemen nicht unerhebliche

Abweichungen. An der Seewarte sind die vom Wiener Congresse vorgeschlagenen und im I. Theile dieses Handbuches angegebenen Zeichen für die Hydrometeore angenommen und unverändert beibehalten worden (vergl. unten die Legende zur ersten Wetterkarte). Im Folgenden sind die in einigen Hauptstaaten gebräuchlichen Zeichen, welche sich von jenen unterscheiden, zusammengestellt.

Für die Bewölkung, Hydrometeore und Wetter wird in England die von Beaufort angegebene Skala gebraucht, die wir nach dem „Daily Weather Report“ hier wörtlich wiedergeben: b = blue sky, c = detached clouds, d = drizzling rain, f = fog, g = dark, gloomy, h = hail, l = lightning, m = misty (hazy), o = overcast, p = passing showers, q = squally, r = rain, s = snow, t = thunder, u = ugly, threatening, v = visibility, unusual transparency, w = dew.

In Frankreich kommen für die obigen Erscheinungen die folgenden Zeichen zur Anwendung: ○ = beau (ciel), ⊙ = nuageux, ○ = couvert, ● = pluie, ⊖ = brumeux, ⊕ = brouillard, ✳ = neige; in Belgien: ☼ = ciel serein, ● = pluie, ⊕ = neige, ● = brume, ⊘ = brouillard, ϟ = orage; in Schweden: ⁞ = Regen, ▭ = Nebel; in der Schweiz: ⁚ = Regen, ✱ = Schnee, ϟ = Gewitter; in Oesterreich: •⁝ = Regen; Italien: / = ¼ coperto, // = ²/₄ coperto, /// = ¾ coperto, //// = tutto cop., ≡ = piovoso, ◍ = nebbioso, Δ = nevoso, ϟ = lampi con tuoni. In den Vereinigt. Staaten kommen folgende Zeichen zur Anwendung: ○ = clear, ◐ = fair, ◉ = cloudy, ● = hy. rain, ◐ = lt. rain, ◍ = hy.snow, ◍ = lt. snow. Im Uebrigen stimmen die Zeichen mit den internationalen überein.

Für die Bezeichnung des Seegangs sind in Deutschland die römischen Ziffern I bis IX (vergl. oben S. 44) eingeführt; in England werden die Zeichen gebraucht ≣ = Rough und ▦ = High; in Frankreich: ═ = houleuse und ≋ = grosse; in Italien:) = mosso,)) = agitato,))) = molto agitato,)))) = grosso und))))) = tempestoso.

Ebenso abweichend sind in den einzelnen Ländern die Zeichen für die Windstärken: Während in Deutschland, Dänemark, Skandinavien, der Schweiz und Oesterreich einfach die Beaufort'sche Skala (vergl. S. 43) durch Fiederung der Pfeile wiedergegeben wird (⟶ = leiser Zug, ⟶ = leicht, ⟶ = schwach,

\\—> = mässig etc.), sind in England folgende Zeichen im Gebrauche: ——\ = 1—4 Beaufort, —> = 5—7, >—> = 8—10, »—> = über 10; in Holland: \—> = zwakk, \\—> = krachtig, \\\—> = Storm, \\\\—> = hevige (heftiger) Storm; in Frankreich: /—> = faible, //—> = assez fort, ///—> = très fort, ////—> = tempête; in Belgien: ——• = très faible, —> = faible, —> = modéré, ////—> = assez fort, ////—> = fort, »»—> = bourrasque, »»—> = tempête; in Italien: /—> = debole, //—> = moderato, ///—> = forte, ////—> = fortissimo; in Portugal: ——\ = vento fraco, —> = moderado, \—> = fresco, >—> = forte, »—> = muito forte. —

Die in den letzten 24 Stunden gefallenen Regenmengen wurden bis zum Ende des Jahres 1885 an der Seewarte dem Stationsorte in Klammern beigeschrieben, seit dem Anfange des Jahres 1886 werden dieselben folgendermassen bezeichnet: ein Punkt im Stationskreise bedeutet, dass eine Regenmenge unter 0,5^{mm} gefallen ist, neben der Station bedeutet • = 1—5^{mm}, : = 6—10, .·. = 11—20, :: = über 20^{mm} Regen; in England wird die Regenarea durch eine Curve abgegrenzt und die Regenmenge beigeschrieben, wenn diese 0,5 engl. Zoll übersteigt; in Frankreich bezeichnet ▤, dass an der Station 0—5, ///// dass 5—10, ▦ dass über 10^{mm} Regen gefallen sind; in Belgien*) bedeutet: ▨ = 0—5, ▩ = 5—10, ▦ = über 10^{mm}; in Italien: = = 0—5, ≡ = 5—15, ≣ = 15 bis 30, ▤ = über 30^{mm} Regen.

Die Aenderungen des Barometers und Thermometers werden den betreffenden Karten beigegeben in Deutschland**) und England durch Worte (z. B. gefallen, stark gefallen etc.), in Frankreich durch Curven von 5 zu 5^{mm} oder Temperaturgraden. Diese Aenderungen beziehen sich alle auf die letzten 24 Stunden, nur an der Seewarte wurde von April 1880 bis Ende 1885 für die Luftdruckänderung das Intervall der letzten 12 Stunden genommen, eine Einrichtung, welche zwar entschiedene praktische Vortheile bietet,

*) Seit Anfang 1886, wo die belgischen Wetterkarten wesentliche Aenderungen erfuhren, fehlen diese Bezeichnungen. Die übrigen Zeichen sind fast dieselben geblieben.

**) Seit Anfang 1886 werden in Deutschland die Aenderungen dieser beiden Instrumente in den letzten 24 Stunden den Karten eingeschrieben und zwar statt der absoluten Stände, die sich alle in der Tabelle befinden (vergl. unten die Wetterkarte).

jedoch theoretisch wegen der verschiedenen Beobachtungsintervalle nicht vorwurfsfrei ist.

Was die Bearbeitung des Materiales in Bezug auf die zu veröffentlichenden Wetterkarten betrifft, so zeigen sich hierin bei den einzelnen Systemen nicht minder grosse Verschiedenheiten. Durchweg (ausser in Oesterreich, Portugal und der Schweiz) werden täglich 2 Wetterkarten herausgegeben, wobei die Barometerstände und die Temperaturangaben oder ihre Aenderungen in 24 Stunden theils den Karten entweder ganz oder theilweise beigegeben, oder aber weggelassen werden, so dass man in letzterem Falle auf die Tabelle angewiesen ist.

In Betreff der kartographischen Verarbeitung des Beobachtungsmaterials zeigen die einzelnen wettertelegraphischen Systeme ausserordentlich viele Abweichungen, die dann besonders unbequem und störend sind, wenn man bei den synoptischen Studien gezwungen ist, Wetterkarten der verschiedenen Länder zu gebrauchen, wo es dann immer einiger Uebung bedarf, um sich zurecht zu finden, und es oft schwierig ist, die eine Bezeichnungsweise in die andere zu übertragen.

Wenn auch eingestanden werden muss, dass manche Eigenthümlichkeiten durch die Bedürfnisse der verschiedenen Länder und die Wünsche des Publikums bedingt werden, und auch für die Wirksamkeit und Entwickelung der ausübenden Witterungskunde ohne Belang sind, so wäre es doch wünschenswerth, dass auch hier der Hauptsache nach Einheit geschaffen würde, um so mehr, als es sich doch meistens nur um formelle Abänderungen handelt. Beispielsweise könnten die vom Wiener Congresse vorgeschlagenen Bezeichnungen der Hydrometeore etc. ohne jegliche Schwierigkeit allgemein angewendet werden, ebenso leicht wäre es, eine einheitliche Skala für die kartographische Darstellung der Windstärken allgemein durchzuführen, so dass die synoptischen Karten aller wettertelegraphischen Systeme bis zu einem gewissen Grade einander ähnlich und international ohne Weiteres verständlich würden.

Die durch die direkten Beobachtungen erhaltenen gleichzeitigen Barometerstände sind, abgesehen von der Reduction auf 0° C. und dem Instrumentalfehler, unter sich nicht vergleichbar, da dieselben, unter gleichen Umständen, abhängen von der Seehöhe. Um dieselben vergleichbar zu machen, was zur Veranschaulichung der horizontalen Luftdruckvertheilung und der damit zusammenhängenden Luftströmungen nothwendig ist, muss man für die verschieden hoch ge-

legenen Stationen diesen Einfluss der Seehöhe in Rechnung bringen oder ihn ganz entfernen, und hierzu hat man sich zweierlei Methoden bedient, entweder der Vergleichung der Abweichungen der beobachteten Barometerstände von dem betreffenden vieljährigen Mittel, oder der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau. Die letztere Methode war wohl die am nächsten liegende und wurde zuerst von Leverrier im „Bulletin international“ angewendet und diesem Vorgange folgten die übrigen wettertelegraphischen Systeme; nur in Oesterreich, Russland, insbesondere aber in den Niederlanden bediente man sich der Abweichungen bis nach dem Wiener Congresse, auf welchem der Beschluss gefasst wurde, dass für Stationen, welche nicht über 300^{m} Seehöhe haben, die Reduction des Barometers auf das Meeresniveau angewendet werden sollte.

Betrachten wir zunächst die Methode der Abweichungen, so zeigen sich allerdings manche grosse Vortheile: diese Methode verlangt nur die Kenntniss der vieljährigen Mittelwerthe; die Kenntniss der Seehöhe, welche für einige Stationen noch unsicher ist, kommt nicht in Betracht, auch von Instrumentalfehlern ist man meist völlig unabhängig, und eine Reductionsformel mit unsicheren Voraussetzungen giebt es hier nicht. Allein andererseits geben uns die Abweichungen nicht das, was wir für unsere Zwecke gerade suchen, nämlich ein Bild der thatsächlichen horizontalen Druckverschiedenheiten, sie geben uns vielmehr nur eine Darstellung der unperiodischen Störungen auf dem Hintergrunde der periodischen Störungen, so dass also bei der Methode der Abweichungen nicht die thatsächliche Beziehung der Luftdruckvertheilung zu den herrschenden Winden zum Ausdrucke kommt, sondern eine solche, aus welcher bereits die durchschnittlich vorherrschenden Winde eliminirt sind. Um dieses klar einzusehen, denken wir uns zu irgend einer Zeit, etwa im Monate Januar, auf dem ganzen Gebiete zwischen Island und der Ostsee den Luftdruck am Meeresniveau vollkommen gleich, etwa 760^{mm}, so wird keine Luftbewegung innerhalb dieses Gebietes stattfinden können, wir haben also vollkommen Windstille. Bestimmen wir aber bei dieser Luftdruckvertheilung die Abweichungen, so erhalten wir für die Ostküste von Island eine Abweichung von $+ 14^{mm}$, für Christiansund von $+ 5^{mm}$, für Christiania von $\pm 0^{mm}$; sind umgekehrt auf den eben genannten Gebieten die Abweichungen von den Normalwerthen gleich Null, so liegt zwischen Ost-Island und Christiansund eine Druckdifferenz von 9^{mm}, und Ost-Island und Christiania eine solche von 14^{mm}, was einem starken Südwest-

winde entsprechen würde, wie er im Januar dort durchschnittlich herrscht.

Für kleinere Gebiete, wie die Niederlande, sind die Unterschiede zwischen den Normalwerthen des Luftdruckes in derselben Niveaufläche ohne Belang und ist die Methode der Abweichungen anwendbar und vortheilhaft, aber für grössere Gebiete, wie sie die Wettertelegraphie für ihre Zwecke erheischt, ist sie durchaus nicht zweckmässig.

Aber auch die Anwendung der zweiten Methode, die uns allein rationell erscheinen muss, zeigt manche erhebliche Unsicherheiten. Indem wir die in verschiedenen Seehöhen abgelesenen Barometerstände auf das Meeresniveau reduciren, legen wir eine Vertheilung des Luftdruckes zu Grunde, die in Wirklichkeit nicht existirt, und die hieraus berechneten Gradienten*) müssen daher von den wahren der Grösse nach mehr oder weniger abweichen, und auch ihre Richtung ist nicht immer dieselbe, so dass hieraus Windverhältnisse resultiren, die den thatsächlichen nicht entsprechen. Reduciren wir eine Höhenstation auf eine andere, am Meeresniveau liegende Station und wenden dann die umgekehrte Reduction an, nämlich reduciren wir die tiefere Station auf die höhere, so werden wir oft sehr verschiedene Gradienten für dieselben Niveauflächen finden, je nach den bei der Reduction eingesetzten Temperaturen, so dass diese auf ein Niveau reducirten Barometerstände kein genaues Urtheil über die Richtung und Stärke des Windes zulassen.

Bekanntlich nimmt man bei der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau eine constante Temperaturabnahme von 0,5° für jede 100^{m} Seehöhe an, eine Annahme, welche zwar für Mittelwerthe im Allgemeinen richtig ist, welche jedoch in besonderen Fällen, für welche ja in der Regel die Reduction angewandt wird, häufige und erhebliche Modificationen erleidet; ja nicht selten findet eine Umkehrung der verticalen Temperaturvertheilung statt, so dass die Temperatur mit der Höhe zunimmt. Da aber bei unserer jetzigen Kenntniss der wahren Temperaturvertheilung in der freien Luft eine genaue Berücksichtigung dieser nicht möglich ist, so werden die auf das Meeresniveau reducirten Barometerstände mit Fehlern behaftet sein, die um so grösser sind, je grösser die Seehöhen der dabei in Betracht kommenden Stationen sind. Schliessen wir indessen

*) Der Gradient ist der auf die Längeneinheit bezogene und senkrecht zu den Isobaren gemessene Unterschied der Barometerstände in Millimetern ausgedrückt. Als Längeneinheit wird der Aequatorialgrad 111^{km} angenommen.

alle die Stationen mit sehr beträchtlichen Seehöhen von der Benutzung zu Isobarenkarten aus, so werden wir immerhin durch die Reduction auf das Meeresniveau uns ein richtiges Bild verschaffen können, insbesondere dann, wenn es sich nicht um allzu geringe Luftdruckdifferenzen nach horizontaler Richtung handelt.

Aus den oben dargelegten Gründen wird es gestattet sein, an der Reductionsformel einige Vereinfachungen vorzunehmen, um so mehr, wenn es sich darum handelt, eine raschere Bearbeitung des Materiales zu bewerkstelligen und grössere Sicherheit bei der Reduction vor groben Versehen zu gewinnen.

Die Grundlage der Reduction bildet die Laplace'sche Höhenformel[20]:

$$h = 18336\left[1 + \frac{2(t+t^1)}{1000}\right](1 + 0{,}00265 \cos 2\varphi)\left[(1 + \frac{h}{r})\log\frac{b}{b^1} + 0{,}868589\,\frac{h}{r}\right]$$

wobei bedeutet:

b den auf 0° reducirten Barometerstand der unteren Station,
b^1 „ „ „ „ „ „ oberen „
t die Temperatur der Luft in °C. an der unteren Station,
t^1 „ „ „ „ „ „ „ „ oberen „
φ das arithmetische Mittel der geogr. Breiten beider Stationen,
r den Erdradius = 6366200ᵐ und
h die in Metern ausgedrückte Höhendifferenz.

Für die logarithmische Rechnung eingerichtet, gestaltet sich die obige Formel folgendermassen:

$$h = 18382 \log\frac{b}{b^1}\left[1 + \frac{2(t+t^1)}{1000}\right](1 + 0{,}00265 \cos 2\varphi)\left[1 + \frac{h}{r}\right]$$

Die beiden letzten Factoren sind von 1 sehr wenig verschieden und dürfen ohne Bedenken vernachlässigt werden, so dass uns noch bleibt

$$h = 18382 \log\frac{b}{b^1}\left[1 + \frac{2(t+t^1)}{1000}\right]$$

Hieraus ergiebt sich

$$\log b = \log b_1 + \frac{18382\,h}{1 + \frac{2(t+t')}{1000}}$$

Von Bauernfeind, Rühlmann u. A. ist auch der Dampfgehalt der Luft in die Rechnung eingeführt worden. Hann, Bruhns und Köppen haben gezeigt, dass dieses geschehen kann durch blose Anpassung des experimentell festgesetzten Ausdehnungscoefficienten der Luft (0,00366), und dass man dabei sehr nahe auf den

von Laplace angenommenen Factor 0,004 kommt. Die von Köppen[21]) gegebene Formel, in welcher auch der Einfluss der Breite durch dessen Temperatur-Aequivalent ausgedrückt wird, lautet:

$$\log b = \log b_1 + \frac{h}{18460 + 72\left((t + \frac{45 - \varphi}{52}\right)}$$

wobei t die, auf welche Weise es auch sei, bestimmte, mittlere Temperatur der ganzen Luftschicht ist. In Deutschland kann die Breite-Correction zu praktischen Zwecken ganz vernachlässigt werden (siehe unten) und wir erhalten dann:

$$\log b = \log b^1 + \frac{h}{18460 + 72\,t} = \log b^1 + \frac{h}{72\,(256,4 + t)}.$$

Da t^1 gegeben ist, so kommt es bei jener Formel nur noch darauf an, die Temperatur der Luft t an der unteren Station resp. im Meeresniveau zu bestimmen, und hierbei ist eine grosse Willkür unvermeidlich, da es sich um die Grösse der Abnahme der Temperatur mit der Höhe handelt, welche überhaupt ausserordentlich grossen Schwankungen unterworfen ist. Nach Wild[22]), Hann[23]) und Hirsch[24]) erhalten wir für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe für je 100^m in ^{0} C. folgende Durchschnittszahlen:

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
	0,...	0,...	0,...	0....	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...
Kaukasus . .	.249	.356	.428	.478	.558	.578	.606	.594	,600	.529	.462	.205	**.470**
Alpen u. Deutschland	.388	.403	.491	.601	.677	.695	.676	.652	.633	.599	.532	.445	**.566**
Schafberg . .	.305	.225	.330	.541	.590	.600	.600	.565	.540	.510	.370	.280	**.455**
Schweiz . . .	.300	.298	.527	.674	.624	.710	.748	.702	.655	.571	.585	.518	**.576**

Hieraus ergiebt sich für die Jahreszeiten und das Jahr:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...
Kaukasus	.344	.538	.600	.399	**.470**
Alpen u. Deutschland .	.427	.658	.654	.525	.566
Schafberg	.287	.577	.568	.387	.455
Schweiz	.375	.669	.702	.558	.576

In der täglichen Periode erscheinen die täglichen Schwankungen dieser Werthe noch grösser; so fand Bauernfeind am hohen Miesing für die vertikale Temperaturabnahme im August 1857 für je 100^m:

8h a. m.	0,21 °	1h p. m.	0,79 °
9	0,30	2	0,80
10	0,71	3	0,65
11	0,49	4	0,56
12	0,63	5	0,36
		6	0,28

Hieraus ergiebt sich eine Schwankung von 0,6 °, welche nur für ganz nahe gelegene Orte gilt, für entferntere sind die Schwankungen noch bedeutend grösser.

Für geringe Höhen ist die Reductionsgrösse nahezu proportional der Höhe, und wächst die Unsicherheit wenigstens auch proportional der Höhe, so dass die Genauigkeit der Reductionsgrösse proportional dem Quadrate der Höhe abnimmt [25]).

	Für die Rechnung benutzte		Barometerstände in Millimetern:								
	Temp. °C.	Seehöhe. Meter.	700	710	720	730	740	750	760	770	780
			Correction in Millimetern:								
Memel	6,4	12,4	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
Königsberg . .	6,7	22,6	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
Neufahrwasser .	8,0	4,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Cöslin	7,3	35,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4
Swinemünde .	8,0	5,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Warnemünde .	8,0	5,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kiel	8,0	7,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
Hamburg . . .	8,0	19,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
Cuxhaven . .	8,0	6,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Keitum . . .	8,0	11,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Wilhelmshaven .	8,6	4,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Borkum . . .	8,6	5,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Krefeld . . .	9,6	44,8	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1	4,0	4,1	4,2	4,2
Münster i. W. .	9,6	63,5	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,9	6,0
Kassel	9,1	171,0	14,6	14,8	15,1	15,3	15,5	15,7	15,9	16,1	16,3
Hannover . .	9,2	57,0	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4
Leipzig . . .	8,8	119,0	10,2	10,3	10,4	10,6	10,7	10,9	11,0	11,2	11,3
Berlin	9,1	48,5	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6
Breslau . . .	8,7	147,3	12,6	12,8	13,0	13,2	13,3	13,5	13,7	13,9	14,1
Thorn	8,0	52,0	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9
Trier	10,1	146,0	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,3	13,5	13,7	13,8
Wiesbaden . .	9,8	110,9	9,4	9,6	9,7	9,8	10,0	10,1	10,2	10,4	10,5
Karlsruhe . .	9,8	123,0	10,5	10,6	10,8	10,9	11,1	11,2	11,4	11,5	11,7
Friedrichshafen	10,6	407,3	35,1	35,6	36,1	36,6	37,1	37,6	38,1	38,6	39,1
Bamberg . . .	9,0	236,0	20,3	20,6	20,8	21,1	21,4	21,7	22,0	22,3	22,6
München *) . .	8,6	529,8	46,4	47,1	47,7	48,4	49,0	49,7	50,4	51,0	51,7

An einigen Centralstellen, so auch an der Seewarte, wird nach Reduction des beobachteten Barometerstandes auf 0 ° und Entfernung

*) Bei den niedrigeren Barometerständen von 650 bis 690mm ergeben sich für München folgende positive Correctionen:

Barom.	650	660	670	680	690
Correct.	43,1	43,7	44,4	45,1	45,7

des Instrumentalfehlers, die Reduction nicht unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperatur, sondern der mittleren Jahrestemperatur der zwischen dem Barometer und dem Meeresniveau zu denkenden Luftschichte ausgeführt, so zwar, dass die Temperatur in der halben Höhe der Luftschichte unter Annahme einer Abnahme von 0,5° auf je 100^{m} zu Grunde gelegt wurde. Für die Stationen der Seewarte ergiebt sich obige Tabelle, welche mit Hilfe der nach der obigen Formel von Gauss entworfenen Tafel in Jelinek's „Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen“ berechnet wurde[26]).

Will man bei den nach der vorhergehenden Tabelle berechneten Werthen auch die jeweilige Lufttemperatur berücksichtigen, so lassen sich leicht die Correctionen berechnen, welche noch ausserdem anzubringen sind, um die reducirten Barometerstände mit Berücksichtigung der jeweiligen Temperatur zu erhalten. Die folgende Tabelle giebt auszugsweise diese Correction für einen (reducirten) Barometerstand von 760^{mm}, wobei die angegebenen Temperaturen die Mitteltemperaturen der ganzen Luftschicht sind:

	Seehöhe in Metern.	– 20°	– 15°	– 10°	– 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Memel . . .	12,4	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1	– 0,1
Königsberg .	22,6	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1	– 0,1	– 0,2
Neufahrwasser . .	4,2	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cöslin . . .	35,0	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1	– 0,2	– 0,3
Swinemünde .	5,7	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Warnemünde	5,1	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kiel	7,9	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1
Hamburg . .	19,7	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1	– 0,1
Keitum . . .	11,5	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1	– 0,1
Wilhelmshaven . .	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Borkum . .	5,5	+ 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Krefeld . .	44,8	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,1	0,0	– 0,1	– 0,2	– 0,2	– 0,3
Münster . .	63,5	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	0,0	– 0,1	– 0,2	– 0,3	– 0,4
Kassel . . .	171,0	+ 2,6	+ 1,6	+ 1,2	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,2	– 0,1	– 0,4	– 0,7	– 0,9	– 1,2
Hannover . .	57,0	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	0,0	– 0,1	– 0,2	– 0,3	– 0,4
Leipzig . .	119,0	+ 1,1	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,1	0,0	– 0,2	– 0,4	– 0,6	– 0,8
Berlin . . .	48,5	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	0,0	– 0,1	– 0,2	– 0,3	– 0,3
Breslau . . .	147,3	+ 1,3	+ 1,1	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,2	– 0,1	– 0,3	– 0,5	– 0,8	– 1,0
Thorn . . .	52,0	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	0,0	– 0,1	– 0,2	– 0,3	– 0,4
Trier . . .	146,0	+ 1,4	+ 1,2	+ 1,0	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,2	0,0	– 0,2	– 0,5	– 0,7	– 0,9
Wiesbaden .	110,9	+ 1,1	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,2	0,0	– 0,2	– 0,4	– 0,6	– 0,7
Karlsruhe . .	123,0	+ 1,2	+ 1,0	+ 0,8	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,2	0,0	– 0,2	– 0,4	– 0,6	– 0,8
Friedrichshafen . .	407,3	+ 4,1	+ 3,5	+ 2,8	+ 2,1	+ 1,4	+ 0,8	+ 0,1	– 0,6	– 1,3	– 1,9	– 2,6
Bamberg . .	236,0	+ 2,3	+ 1,9	+ 1,5	+ 1,1	+ 0,7	+ 0,3	– 0,1	– 0,5	– 0,9	– 1,2	– 1,6
München . .	529,8	+ 5,1	+ 4,2	+ 3,3	+ 2,4	+ 1,5	+ 0,6	– 0,3	– 1,1	– 2,0	– 2,9	– 3,8

Für Stationen, welche an der Südseite des Beobachtungsgesetzes liegen, z. B. Bayern, erscheint es vortheilhaft, die beobachtete Temperatur der Höhenstation für die Mitteltemperatur der ganzen Luftschichte zu setzen, also $t = t^1$, da die südlicher gelegenen

Höhenstationen entweder gleiche oder höhere Temperatur aufweisen, als die beispielsweise an der Nord- und Ostsee gelegenen. Die nachstehenden Reductionstäfelchen sind auf diese Weise berechnet [27]), wobei die in denselben enthaltenen Grössen zu den beobachteten auf 0° reducirten Barometerständen zu addiren sind.

Luft-temperatur.	Speier h = 104,5m beobachteter Barometerstand mm						Hohenpeissenberg h = 964,4m					
	770	760	750	740	730	720	690	680	670	660	650	640
− 20°	11,0	10,9	10,8	10,6	10,5	10,3	100,0	98,6	97,1	95,7	94,2	92,8
− 15	10,7	10,6	10,5	10.3	10,2	10,1	97,7	96,3	94,9	93,5	92,1	90,6
− 10	10,4	10,3	10,2	10,1	9,9	9,8	95,6	94,2	92,8	91,4	90,0	88,6
− 5	10,1	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	93,5	92,1	90,8	89,4	88,1	86,7
0	10,0	9,9	9,8	9,7	9,5	9,4	91,5	90,2	88,8	87,5	86,2	84,9
+ 5	9,9	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	89,6	88,3	87,0	85,7	84,4	83,1
+ 10	9,8	9,6	9,5	9,7	9,3	9,1	87,8	86,5	85,2	83,9	82,5	81,4
+ 15	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1	9,0	86,0	84,8	83,5	82,3	81,0	79,8
+ 20	9,4	9,3	9,2	9,0	8,9	8,8	84,3	83,1	81,9	80,7	79,4	78,2
+ 25	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,6	82.7	81,1	80,3	79,1	77,9	76,7
+ 30	9,1	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5	81,1	80,0	78,8	77,6	76,4	75,3

Die Reductionstafel für Hohenpeissenberg zeigt die rasche Abnahme der Reductionsgrösse mit zunehmender Temperatur. Da nun die Temperatur in Gebirgen viel mehr Schwankungen ausgesetzt ist als in der freien Atmosphäre, so wird man für hohe Stationen meistens unbrauchbare Werthe erhalten und da kein Reductionsverfahren hier irgend eine Abhilfe gewähren kann, so scheint es am gerathensten, wenn man nicht lieber auf die Reduction verzichten will, unter Annahme einer constanten Temperatur zu reduciren, weil alsdann die Beobachtungen weniger entstellt werden, als durch Anbringung veränderlicher und unsicherer Werthe.

Oefters zeigen unsere Wetterkarten in der Alpengegend bei ruhigem Wetter so bedeutende Gradienten, dass hieraus eine stürmische Luftbewegung resultiren müsste, wenn man die in der Ebene geltenden Verhältnisse zu Grunde legen wollte. Diese grossen Druckdifferenzen findet man auch bei gleich hoch und verhältnissmässig nahe gelegenen Stationen auf beiden Seiten der Alpenkette, so dass dieses Verhalten, abgesehen von den verschieden temperirten Luftmassen in der unteren Atmosphäre, nur in der Hemmung des Luftaustausches durch die Gebirgsketten gesucht werden muss.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass die Unsicherheit in der Reduction auf das Meeresniveau rasch mit der Höhe wächst, und daher wurde von einigen Seiten der Vorschlag gemacht, in

den Original-Wettertelegrammen die Zehntelmillimeter fallen zu lassen. Für die meisten Stationen könnte dieses auch ohne Bedenken geschehen, allein ich würde es für einen sehr bedauerlichen Rückschritt halten, wollte man diese Maassregel allgemein durchführen und auf Stationen mit geringen Seehöhen ausdehnen. Bei Stationen mit einer Seehöhe unter 50^{m} lassen sich die Zehntel ganz gewiss mit Erfolg bei der Construction der Isobaren verwerthen, was schon daraus hervorgeht, dass schon nicht berücksichtigte Instrumentalfehler von etwa $0{,}5^{mm}$ an bei den Stationen mit geringer Seehöhe nicht lange der Beobachtung entgehen. Dazu kommt aber noch, dass bei Wegfall der Zehntelmillimeter die sehr wichtigen Angaben der Aenderungen des Luftdruckes ungenauer ausfallen würden. Viel eher und ohne Bedenken könnten die Zehntel der Temperatur entbehrt werden. —

Da die Schwere, d. h. der Druck, den ein Körper auf seine horizontale Unterlage ausübt, nicht allein von der vertikalen Erhebung, sondern auch von der geographischen Breite abhängt, so werden die durch das Quecksilberbarometer gemessenen Barometerstände, wie schon oben bemerkt, noch einer Correction bedürfen, welche gewöhnlich die Schwere-Correction genannt wird. In der Regel reducirt man in dieser Beziehung alle Barometerstände auf 45° Breite. Obgleich diese Correction in der Wettertelegraphie nirgends (ausser in neuester Zeit in Nordamerika) zur Anwendung kommt, so will ich dieselbe der Vollständigkeit wegen dennoch hier nicht übergehen. Ein Barometerstand von 760^{mm} ist je nach der Breite um folgende Grössen (auf 45° Breite) zu corrigiren (+ bedeutet zu vergrössern, — zu verkleinern)[28]:

$\varphi =$	0	7°	12°	18°	22°	26°
	$\mp$ 1,97	$\mp$ 1,191	$\mp$ 1,80	$\mp$ 1,59	$\mp$ 1,42	$\mp$ $1{,}21^{mm}$
$\varphi =$	90°	83°	78°	72°	68°	64°
$\varphi =$	30°	33°	36°	39°	42°	45°
	$\mp$ 0,98	$\mp$ 0,80	$\mp$ 0,61	$\mp$ 0,41	$\mp$ 0,21	$\mp$ $0{,}00^{mm}$
$\varphi =$	60°	57°	54°	51°	48°	45°

Bei genaueren Untersuchungen, namentlich bei Bildung von Mittelwerthen, dürfte sich die Anbringung dieser Correctionen empfehlen.

Die Aneroidbarometer bedürfen dieser Correction bekanntlich nicht, aber trotzdem empfiehlt sich dieses Instrument zu wissenschaftlichen Beobachtungen nicht (höchstens zu Variationsbeobach-

tungen), da dasselbe sich im Laufe der Zeit ständig und oft sprungweise ändert.

Ein anderer schwer zu beseitigender Missstand ist der, dass auch die Thermometerstände, wie sie die Beobachtungen ergeben, nur theilweise mit einander vergleichbar sind. In unseren täglichen Wetterkarten werden diese ohne Rücksicht auf die Seehöhen eingetragen und so direkt zur Construction der Isothermen benützt. Da aber die Stationen mit grösserer Seehöhe unter denselben Umständen eine niederigere Temperatur zeigen, als die mit geringerer Seehöhe, so geben die Isothermen ein verzerrtes Bild der Temperaturvertheilung, und zwar um so complicirter, je mehr Stationen mit sehr verschiedenen Seehöhen wir in Betracht ziehen. Wir begehen eine Inconsequenz, wenn wir die Isothermen einerseits über Gebirgszüge (z. B. Alpen, skandinavisches Gebirge), ohne weiteres hinwegziehen und andererseits wieder die direkten Temperaturen von Stationen zu Grunde legen, deren Seehöhen nicht unbedeutend sind. Um dieses zu zeigen, wollen wir für die Temperaturangaben für München, Clermont, Wien und Hermannstadt nach der oben (pag. 61) angegebenen Tabelle für die Alpen und Deutschland die Correctionsgrössen bestimmen; wir erhalten alsdann:

		Correctionsgrösse.				
	Seehöhe.	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
München	530	2,26°	3,49°	3,31°	2,78°	3,00
Clermont	395	1,69°	2,60°	2,46°	2,07°	2,24
Wien	197	0,84°	1,30°	1,23°	1,03°	1,12
Hermannstadt	414	1,68°	2,72°	2,58°	2,17°	2,34

Man sieht also hieraus, dass die durchschnittliche Correction für Stationen, die eine etwas erhebliche Seehöhe haben, keine unbedeutende und nicht ohne weiteres zu vernachlässigende ist, allein auch hier haben wir keine sichere und brauchbare Methode, welche zur Reduction der Thermometerstände in Anwendung gebracht werden könnte, indem das Problem, ein Gesetz für die Wärmeabnahme mit der Höhe aufzufinden, jedenfalls zu den schwierigsten und verwickeltsten gehört, so dass bis jetzt keine auch nur annähernd genügende Lösung desselben erbracht werden konnte, weder für die freie Atmosphäre, noch, was noch viel verwickelter ist, für die Gebirge selbst.

Dazu kommt noch ein anderer Missstand, welcher die direkte Vergleichung der Thermometerstände erschwert, nämlich die Ungleichheit in den Beobachtungsterminen. Die hierdurch entspringende

Ungenauigkeit ist nicht ganz unbedeutend, wie folgende Tabelle zeigt, welche die durchschnittliche Zunahme der Temperatur von 7—8 Uhr Morgens angiebt.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
Petersburg .	+0,1	+0,1	+0,1	+0,5	+0,7	+1,0	+1,0	+1,9	+1,0	+0,7	+0,3	0,0
Brüssel . .	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,2	1,2	1,3	1,1	0,7	0,2	0,0
Hermannstadt .	0,4	0,4	0,5	0,8	1,2	1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	0,9	0,5
Triest . .	0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,8	0,5	0,4	0,1
Madrid . .	0,3	0,3	0,8	1,6	1,9	1,8	2,0	2,3	2,3	1,7	1,4	0,9

Bei den häufigen und erheblichen Schwankungen der Temperatur, deren Gang in der täglichen Periode nicht selten umgekehrt wird, ist es in Einzelfällen nicht thunlich, bei den synoptischen Karten Reductionen nach dieser Richtung anzuwenden, welche vielfach zu noch grösseren Irrthümern führen müssten. —

Wenn gleich wir auch nicht im Stande sind, alle vorhin angeführten Unvollkommenheiten zu beseitigen, so ist es doch sehr nützlich, wenn wir die Existenz derselben kennen und ihre Grösse beurtheilen können, alsdann können sie nicht leicht zu groben Irrthümern Veranlassung geben.

Hier dürfte der Ort sein, die Ausdrücke zu erklären, welche in den Wetterberichten der Seewarte zur Anwendung kommen, sei es in den Tabellen und Wetterkarten oder in den Witterungsübersichten oder Wetterprognosen [29]. Eine absolut feste, nach allen Seiten hin genau definirte Terminologie dieser Ausdrücke, die von jeder Unsicherheit und Zweideutigkeit, insbesondere was die Prognosen anbetrifft, befreit ist, lässt sich gegenwärtig kaum geben, indessen dürften die folgenden von der Seewarte gegebenen Erklärungen, die aus der Praxis hervorgingen, geeignet sein, eine richtigere Auffassung der Wetterberichte und namentlich der Prognosen anzubahnen, als sie bisher vielfach statt hatte.

In den Tabellen und Karten werden für die einzelnen Elemente die Zeichen und Ausdrücke angewandt, welche bereits oben besprochen worden sind (vergl. auch unten, Legende zur 1. Wetterkarte), wir haben hier noch diejenigen Ausdrücke zu erklären, welche sich auf den Text der Witterungsübersichten und Wetterprognosen beziehen.

Was zunächst die Aenderungen des Luftdrucks und der Temperatur in den letzten 24 Stunden betrifft, so bedeutet:

unverändert = eine Aenderung unter 1^{mm} resp. 1 ° C.
wenig Aenderung = „ „ von $1—3^{mm}$ „ 1—3 ° C.

Ferner werden die Aenderungen des Barometers und Thermometers (in den letzten 24 Stunden) durch folgende Ausdrücke wiedergegeben:

Barometer:		Temperatur:	
± 2 (1—3)mm:	„etwas gestiegen". „etwas gefallen".	± 2° (1°—3°) C.:	„etwas wärmer". „etwas kälter".
± 5 (3—7½)mm:	„gestiegen". „gefallen".	± 5° (3—7½°) C.:	„wärmer". „kälter".
± 10 (7½—12½)mm:	„stark gestieg." „stark gefall."	± 10° (7½—12½°) C.:	„viel wärmer". „viel kälter".
± 15 (12½—17½)mm:	„sehr stark gestiegen". „sehr stark gefallen".	± 15° (12½—17½°) C.:	„sehr viel wärmer". „sehr viel kälter".
± 20mm und mehr:	„äusserst stark gestiegen". „äusserst stark gefallen".		

Da die in den Witterungsberichten und Prognosen angewandten Bezeichnungen den vorwiegenden Witterungscharakter des Tages oder seiner Abschnitte für ganze Gebietstheile wiedergeben sollen, so müssen dieselben einen gewissen Spielraum haben, dessen Grenzen möglichst genau festgestellt sind, so dass bei Ueberschreitung derselben eine räumliche oder zeitliche Zerlegung vorzunehmen ist. Von den Ausdrücken: „theilweise", „zeitweise", „stellenweise", bezieht sich das erstere sowohl auf Raum als auch auf Zeit. Dasselbe gilt von „vorwiegend", „grösstentheils", „meistentheils" und „meistens", wobei wenigstens ⅔ der Orte resp. der Zeit die betreffende Witterung aufweisen.

„Ueberall" bezeichnet die Gesammtheiten der Orte ohne bekannte Ausnahme, „allgemein" oder „im Allgemeinen" bezeichnet die grosse Mehrheit der Orte, unter Zulassung vereinzelter Ausnahmen.

„Neigung zu Niederschlägen, zur Nebel- und Gewitterbildung" bedeutet für Raum und Zeit, dass alle bekannten Vorbedingungen zum Eintritt der betreffenden Erscheinung gegeben seien und diese zum Mindesten hier da von Zeit zu Zeit zur Ausbildung komme.

Die auf den Wind, Bewölkung etc. bezüglichen unten angegebenen Ausdrücke gelten sowohl für Raum als auch für Zeit.

Die in den Prognosen vorkommenden Ausdrücke „zunächst", „dann", sind so zu verstehen, dass „zunächst" hauptsächlich für

den Abend des laufenden und den Morgen des folgenden Tages, „dann“ namentlich für den Nachmittag und Abend des folgenden, eventuell auch für den Vormittag des zweitfolgenden Tages gelten, während die Prognose sich sonst nur auf den folgenden Tag, von Mitternacht bis Mitternacht bezieht, obgleich wegen der Unsicherheit unseres Urtheils über die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Witterungsphänomene eine genaue Grenze sich nicht gut feststellen lässt.

1) Ausdrücke für Einzelerscheinungen.

a) Für die geographische Vertheilung des Luftdruckes:

Barometrisches Minimum: Ort, wo der auf das Meeresniveau reducirte Barometerstand niedriger ist, als in seiner ganzen Umgebung.

Cyklone: Das das barometrische Minimum umgebende Windsystem, dessen Windbahnen jenem ihre concaven Seiten zuwenden.

Barometrische Depression: Gebiet niedrigen Luftdruckes in der Umgebung des barometrischen Minimums.

Barometrisches Maximum: Ort, wo der Luftdruck höher ist, als in der ganzen Umgebung.

Anticyklone: Das das barometrische Maximum umgebende Windsystem, dessen Windbahnen jenem die convexen Seiten zuwenden.

b) Für den Wind:

Umgehen des Windes: Veränderung der Windrichtung.

Umspringen des Windes: Plötzliche starke Aenderung der Windrichtung.

Umlaufen des Windes: Stetige, aber in einem kurzen Zeitraum sich vollziehende Aenderung der Windrichtung.

Rechtdrehen oder Ausschiessen: Umgehen des Windes in der dem Dove'schen Drehungsgesetz entsprechenden Folge oder übereinstimmend mit dem scheinbaren Lauf der Sonne in der betreffenden Hemisphäre ausserhalb der Tropen; auf der nördlichen Halbkugel also N—E—S—W oder mit dem Zeiger der Uhr.

Zurückdrehen oder Krimpen: Umgehen des Windes in derjenigen Richtung, welche der beim „Rechtdrehen“ beschriebenen entgegengesetzt ist.

Anmerkung. Die beiden letztgenannten Ausdrücke werden zwar für alle Theile der Windrose in den gemässigten Zonen beider Halbkugeln gebraucht; ihre besondere Anwendung finden diese Ausdrücke jedoch für das häufig vorkommende und von charakteristischen Aenderungen der Witterung begleitete Umgehen der Winde beim Vorübergehen eines barometrischen Minimums auf der Polarseite des Beobachtungsortes für die nördliche Hemisphäre, also besonders für die Theile der Windrose zwischen Südost, Süd, West und Nord.

Auffrischen: Stärkerwerden des Windes.

Abflauen: Schwächerwerden des Windes.

Anmerkung. Bei Windstärken über 6 der zwölftheiligen Skala werden in der Regel die Ausdrücke „Zunehmen und Abnehmen des Windes“ anstatt „Auffrischen“ und „Abflauen“ gebraucht.

Windstoss: Schnelles Anwachsen der Windstärke (wobei mindestens die Stärke 6 erreicht wird) mit bald darauf folgendem Abflauen.

c) Für die Bewölkung:

Cirröse Bewölkung: Hohe Federwolken der verschiedenen Gattungen (Cirrus, Cirrostratus und Cirrocumulus).

Wolkenbrechen: Das Zerfallen einer vergleichsweise niedrigen und formlosen Wolkendecke in einzelne Wolken, ohne dass nothwendig blauer Himmel sichtbar wird.

Aufklaren: Das Sichtbarwerden des blauen Himmels.

d) Für Niederschläge und Nebel:

Hagel: Die allgemeine Bezeichnung für Niederschläge gefrorenen Wassers in Körnern von mehr als 1^{mm} Durchmesser. Man unterscheidet dreierlei Hagelkörner:

Graupeln: Kleinere und in der Zusammensetzung mehr schneeige Körner.

Hagel im engeren Sinne: Körner von $5-10^{mm}$ Durchmesser, theils aus klarem, theils aus undurchsichtigem Eise bestehend.

Schlossen: Sehr grosse Hagelsteine von mehr als 10^{mm} Durchmesser.

Schlacken: Regen, mit Schnee oder namentlich Eisplättchen gemischt.

Regenschauer, Schnee-, Graupel-, Hagel-, Nebel-Schauer: Ziemlich starke Niederschläge in den betreffenden Formen, welche nur kurze Zeit (nicht länger als eine Stunde) anhalten.

Platzregen: Regenschauer von ungewöhnlicher Stärke und Ausgiebigkeit.

Sprüh- oder Staubregen: Ein sehr feiner Regen.

Landregen: Anhaltender, über ein grosses Gebiet sich ausdehnender Regen von mässiger Stärke bei Windstille oder schwacher Luftbewegung.

Strichregen: Ueber kleine Landstriche hinziehender Regen, der also an einem bestimmten Orte nur von geringer Dauer ist.

Schneegestöber: Die Luft ist bei starkem Winde von wirbelnden Schneeflocken erfüllt, welche theils von oben, theils vom Boden stammen.

e) Für den Komplex von Wind und Hydrometeoren.

Böen: Windstösse von der Dauer weniger Minuten bis zu einer Stunde, begleitet von Niederschlag — meist starken Regen-, Schnee- oder Graupelschauern — oder doch schweren rasch vorüberziehenden Wolken.

Je nach den begleitenden Hydrometeoren wird von Regen-, Schnee-, Graupel-, Hagel- und Gewitterböen gesprochen.

Gewittersturm: Dasselbe wie Gewitterbö.

2) Allgemeine Bezeichnungen für den Witterungscharakter.

a) In Beziehung auf den Wind

(bei diesen Bezeichnungen bleiben die Niederschläge unberücksichtigt):

Stilles Wetter: Windstärke zwischen 0 und 3.

Windiges Wetter: Windstärke zwischen 4 und 7.

Stürmisches Wetter: Windstärke zwischen 7 und 12.

Die Winde selbst werden mit folgenden Ausdrücken bezeichnet, wenn ihre Kennzeichnung für grössere Gebiets- oder Zeitabschnitte geschehen soll:

Schwache Winde: wenn ihre Stärke dem Raume oder der Zeit nach zwischen den Graden 1 und 4 von Beaufort's Skala schwankt, wobei die Grade 1 und 4 nur lokal oder zeitweilig auftreten.

Mässige Winde: wenn in demselben Sinne 3 und 6 die Grenzen die Windstärke bilden.

Starke Winde: wenn in demselben Sinne 4 und 8 die Grenzen der Windstärke bilden.

Stürmische Winde: wenn in demselben Sinne 7 und 12 die Grenzen der Windstärke bilden.

Unbestimmte Winde: wenn nach Raum oder Zeit eine bestimmte Windrichtung nicht vorherrscht.

Böige Winde: wenn ihre Stärke zeitweilig bedeutend anwächst und im Durchschnitt nicht unter 4 beträgt.

Bezüglich der Windrichtung ist als Regel angenommen, dass jede Angabe derselben unter Zusatz der Silbe „lich“ einen Spielraum von etwa 4 Strich jederseits, die einfache Angabe einer der 16 Richtungen aber nur einen solchen von 2 Strich jederseits besitzt. So kann z. B. die Bezeichnung „westlicher Wind“ sowohl für SW als NW als zutreffend angesehen werden, die Bezeichnung „Westwind“ aber höchstens noch für WSW und WNW.

b) In Beziehung auf Bewölkung und Niederschlag:

Heiteres Wetter: Bewölkung 0—$^1/_4$.

Ziemlich heiteres Wetter: Bewölkung $^1/_4$—$^2/_4$.

Bewölktes oder wolkiges Wetter: Bewölkung $^2/_4$—$^4/_4$, jedoch mit getrennten Wolkenmassen, nicht mit einförmiger Decke.

Trübes Wetter: Beeinträchtigung der Tageshelle durch eine Wolkendecke oder durch Nebel.

Sichtiges Wetter: die Luft (in horizontaler Richtung) sehr durchsichtig (Fernsicht).

Dunstiges Wetter: unklare Luft, keine Fernsicht.

Nebliges Wetter: ein höherer Grad des dunstigen Wetters (leichter Nebel).

Beständiges Wetter: gleichmässige Fortdauer einer ziemlich ruhigen, keine rasche Aenderung in sich schliessenden Witterung, jedoch ohne Rücksicht auf die Windstärke.

Unbeständiges Wetter: rasche Wechsel zwischen den entgegengesetzten Witterungscharakteren, insbesondere zwischen Regen-, Schnee- oder Graupelschauern und Sonnenschein, mit oder ohne Windböen (an der Küste hat man dafür stellenweise die Bezeichnung „schaurig“ [engl. showery], wenn die Schauer nicht von Windstössen begleitet sind, in welchem letzteren Falle die Bezeichnung „böig“ [engl. squally] allgemein gebraucht wird).

Veränderliches Wetter: langsamere Wechsel zwischen entgegengesetzten Witterungscharakteren; insbesondere Wechsel zwischen Niederschlägen resp. Nebel und trockenem, ganz oder theilweise heiterem Wetter.

Trockenes Wetter: Abwesenheit von Niederschlägen und (starkem) Nebel.

Feuchtes Wetter: sehr feuchte Luft, dabei anhaltender Nebel, oder feiner Regen.

Regnerisches Wetter: anhaltende Neigung zu Regen und oft wiederholtes Auftreten desselben.

c) In Beziehung auf die Temperatur:

Normale Temperatur: von dem vieljährigen Durchschnitt der betreffenden Jahres- und Tageszeit nicht mehr als 2° C. abweichende Temperatur.

Kaltes Wetter: Temperatur 5—10° C. unter der normalen.

Kühles Wetter: Temperatur um einige Grade unter der normalen, jedoch nicht unter dem Gefrierpunkte.

Warmes Wetter: Temperatur mindestens 2° C. über der normalen.

Heisses Wetter: Temperatur über 25° C. und beträchtlich über der normalen.

Zur näheren Charakterisirung des Frostwetters dienen die Bezeichnungen:

Leichter Frost: Temperatur vorübergehend zwischen 0° und — 3°.

Schwacher oder gelinder Frost: Temperatur längere Zeit zwischen 0° und — 3°.

Harter oder starker Frost: Temperatur mindestens 5° unter Null und zugleich 5° oder mehr unter der normalen.

Strenger Frost: längere Zeit anhaltender harter Frost.

d) In Beziehung auf den Komplex der Erscheinungen:

Schön: heiteres Wetter oder schwache Bewölkung bei Windstille, leichten oder mässigen Winden.

Ruhig: gleichzeitige Abwesenheit starker Winde (über 5 der Beaufort'schen Skala) und stärkerer Niederschläge.

Unruhig: starke bis stürmische Winde (über 6) und stärkere Niederschläge (Regenschauer, Hagel, Gewitter, ganz besonders aber Böen).

Böig: Wetter mit Böen (siehe oben a—d).

Anmerkung. Diese vier Bezeichnungen nehmen nicht Rücksicht auf die Temperatur, mit der Beschränkung, dass bei schön rauhes Wetter (vergl. unten) ausgeschlossen ist.

Nasskalt: feucht und kalt (siehe diese Ausdrücke).

Schwül: für die Empfindung sehr warme und unbehagliche Atmosphäre (veranlasst durch Verhinderung der Verdunstung und der Wärmeausstrahlung des Körpers, vorzugsweise bei Windstille vorkommend).

Rauh: windig und für die Empfindung sehr kalt, bei trockener Luft.

Mild: Temperatur gemässigt und für die Empfindung angenehm, bei feuchter Atmosphäre.

6) Die Verwerthung des Depeschenmaterials.

Bei den verschiedenen wettertelegraphischen Systemen zeigen die Zwecke und Zielpunkte, welche man sich bei der Pflege der ausübenden Witterungskunde gesetzt hat, je nach den Bedürfnissen der einzelnen Länder mannigfache Unterschiede und daher müssen in den Wegen zur Erreichung dieser Zwecke, also auch in der Verwerthung des wettertelegraphischen Materials manche Verschiedenartigkeiten herrschen. Trotzdem kann man im Grossen und Ganzen eine dreifache Richtung in der Verwerthung des Depeschenmaterials bei allen Systemen deutlich erkennen, welche in den einzelnen Ländern nur den Unterschied zeigen, dass die eine oder andere Richtung mehr in den Vordergrund tritt, oder grössere oder geringere Modificationen erleidet. Diese Richtungen sind: 1) Berichterstattung an das Publikum über thatsächliche Witterungszustände auf grösserem Gebiete, 2) Muthmassungen über das für die nächste Zeit wahrscheinlich zu erwartende Wetter und Mittheilungen darüber an das Publikum und 3) Sammlung von Erfahrungen und Bereicherung unserer Kenntnisse auf dem Gebiete der Wettertelegraphie, also auch Ausbau der ausübenden Witterungskunde, insbesondere der Wetterprognose.

Die Berichterstattung an das Publikum findet entweder täglich, oder nur in ausserordentlichen Fällen statt. Die tägliche Berichterstattung geschieht durch eigene autographirte oder gedruckte von der Centralanstalt herausgegebene Wetterberichte, Bulletins, welche gewöhnlich von kartographischen Darstellungen begleitet sind, durch Berichte oder Wetterkarten in Zeitungen, durch telegraphische Mittheilungen an Institute, Vereine und Private, durch öffentlichen An-

schlag von Witterungsaussichten gewöhnlich in Verbindung mit Witterungsthatbeständen und in Anlehnung an dieselben und durch Hafentelegramme; die ausserordentliche Berichterstattung beschränkt sich fast überall nur auf die Sturmwarnungen hauptsächlich im Interesse der Fischerei und der Küstenschifffahrt; nur in dem Systeme der Vereinigten Staaten sind noch anderweitige ausserordentliche Mittheilungen für verschiedene Zwecke vorgesehen, die kurz anzugeben wir schon im I. Theile (pag. 326 ff.) Gelegenheit hatten.

Autographirte oder gedruckte Wetterberichte mit Wetterkarten werden, soweit mir bekannt ist, herausgegeben: von dem „Observatoire de Paris“ (jetzt „Bureau central météorologique de France“) seit dem 16. September 1863, vom „Office of the Chief Signal Officer“ in Washington seit Anfang 1871, von dem „Meteorological Office“ in London seit dem 1. März 1872, von dem „Meteorologisk Institut“ in Kopenhagen seit Februar 1874 (jetzt durch Hektographie), ungefähr seit derselben Zeit von den meteorologischen Instituten in Christiania und Stockholm (von dem ersteren Institute erscheinen, soweit bekannt, keine eigenen Wetterkarten mehr, von dem letzteren werden einige Exemplare der Arbeitskarte gepaust und an einigen Plätzen Stockholms ausgehängt), von dem „Canadischen meteorologischen Amte“ in Toronto seit 1876, von der deutschen Seewarte in Hamburg seit dem 16. Februar 1876, von der „Meteorologischen Centralanstalt“ in Wien und dem „Observatoire de Bruxelles“ seit 1877. Ausserdem werden noch eigene Wetterberichte mit Wetterkarten ausgegeben in Deutschland ausser von der Seewarte noch von der „kgl. bayer. Centralanstalt“ in München, von dem „kgl. sächs. meteorolog. Institute“ und von der „Meteorolog. Centralstation“ in Stuttgart (letztere hektographirt); ferner von der „Schweiz. meteorolog. Centralanstalt“ in Zürich, von der „Meteorolog. Centralanstalt“ in Budapest, von dem „Observatorio do infante d. Luiz“ in Lissabon, von dem „Ufficio centrale di Meteorologia“ in Rom, von der „Meteorologischen Centralstelle“ in Algier, von dem Observatorium in Adelaide in Australien und dem „Imperial Meteorological Observatory“ in Tokio (Japan).

Diese Publikationen werden täglich nur einmal herausgegeben (soweit bekannt ist); nur in Tokio erfolgt eine täglich dreimalige auf die Simultanzeit 6^h a. m. 2 und 6^h p. m. bezügliche Ausgabe (wobei das Gebiet sich blos auf die japanischen Inseln und die Südküste von Korea beschränkt). Auch in Kopenhagen wird täglich eine (gepauste) Nachmittagskarte an einigen Plätzen der Stadt öffent-

lich angeschlagen*). Von dem meteorologischen Amte in London endlich wird die Abendkarte (auf 6^h p. m. bezüglich) in den „Times" (Morgenblatt) publicirt.

Von weitaus den meisten Instituten werden 2 Wetterkarten gegeben, eine für Luftdruck, Wind und Wetter, eine zweite für Temperatur, Hydrometeore in den letzten 24 Stunden und Seegang, nur in der Schweiz, in Oesterreich, Portugal, Schweden, Dänemark, Nordamerika, Australien und Japan, wird nur eine einzige Karte für Luftdruck etc. veröffentlicht, in welcher die Thermometerstände gewöhnlich den Stationen beigeschrieben sind.

Diese Publikationen sind überaus geeignet, beim Publikum alte unhaltbare Vorstellungen zu verdrängen und durch richtige Ansichten zu ersetzen und bilden eine sehr schätzbare Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen. Es ist nur zu bedauern, dass dieselben meistens nur eine sehr beschränkte Verbreitung finden, ein Umstand, welcher wenigstens zum grossen Theile durch den wegen der beträchtlichen Herstellungskosten erhöhten Preis bedingt ist**). Gegenwärtig, wo das Interesse der ausübenden Witterungskunde immer mehr beim Publikum Verbreitung findet, erscheint es nothwendig, die Witterungsberichte dem Publikum leicht zugänglich zu machen, und hierzu eignet sich am besten die Tagespresse. In der That muss man anerkennen, dass für Popularisirung der Witterungskunde die Presse am allermeisten gewirkt hat. Allerdings können die in den Zeitungen veröffentlichten Wetterberichte nicht so eingehend und zuverlässig sein, wie die von den Centralinstituten herausgegebenen Bulletins, da einerseits jenen nur ein verhältnissmässig kleiner Raum zugemessen ist, und andererseits die Ueberwachung des Druckes nicht vom Institute besorgt werden kann, so dass häufige Druckfehler nicht vermieden werden können, die nicht selten zu Missverständnissen Veranlassung geben.

Die Veröffentlichung in den Zeitungen geschieht entweder durch Tabellen, welche gewöhnlich mit einer allgemeinen Witterungsübersicht in Worten verbunden sind, oder durch Wetterkarten. Die

*) In Washington wurden bis zur neuesten Zeit täglich 3 Wetterkarten, auf die Simultanzeit 7^h a. m. 3 und 11^h p. m. 75. Merid. Zeit sich beziehend, veröffentlicht, in der letzteren Zeit erscheint nur noch eine einzige für 7^h a. m.

**) Der jährliche Abonnementspreis beträgt für die Wetterberichte der Centralinstitute in: Hamburg 60 M., München 18 M., Chemnitz 8 M., London 20 M., Paris 45 M., Brüssel 19½ M., Zürich 15 M. (halbjährlich 10 M.), Italien 20 M. (fürs Ausland 37½ M.).

Beförderung dieser Wetterberichte an die Zeitungen geschieht in Deutschland fast ausschliesslich durch den Telegraphen. Ursprünglich bestand der Wetterbericht in Deutschland aus einer Tabelle ohne Text, enthaltend die Witterungsangaben von fast sämmtlichen in Berlin einlaufenden Stationen und dieser wurde den Zeitungen gegen ein Abonnement von monatlich 9 M. und einigen Behörden Preussens, Badens und Württembergs unentgeltlich zugestellt[30]). Dieser Bericht wurde 1876 durch die Seewarte, den bestehenden Bedürfnissen entsprechend, reformirt und mit einer allgemeinen Uebersicht der Witterung versehen; eine weitere Revision des Berichtes erfolgte im Jahre 1880 (2.—4. April, bei Gelegenheit einer Conferenz der Vorstände der meteorologischen Centralstellen Deutschlands). Seit 1877 wurde der Abonnementspreis auf 60 M. erhöht, mit der Erleichterung, dass, beim Zusammentritt mehrerer Abonnenten zum gemeinsamen Bezuge, jede Abschrift auf 20 M. ermässigt wurde. Trotz der bedeutenden Preiserhöhung fand dieser Bericht rasch eine sehr grosse Verbreitung: im Jahre 1880 wurde derselbe, so weit bekannt, publicirt: in Preussen von 32, in Sachsen von 6, in Bayern und Württemberg von je 5, in Mecklenburg von 4, in Hamburg-Altona von 5 Zeitungen, in Lübeck und Bremen von je einer Zeitung.

Die Thätigkeit der Seewarte bei diesem Berichte beschränkt sich nur auf die Herstellung desselben und die Beförderung zum Haupttelegraphenamte in Hamburg, dagegen ist die Verbreitung desselben und der Verkehr mit den Abonnenten ausschliesslich Sache der Oberpost- und Telegraphenverwaltungen, denen auch die Abonnementsgebühren allein zufallen. Nach und nach hat sich der wettertelegraphische Verkehr so geregelt, dass der Abonnements-Zeitungsbericht zwischen 12 und 12½ Uhr dem Haupttelegraphenamte übergeben wird, worauf derselbe sofort durch Verbindung der betreffenden Telegraphenleitungen gleichzeitig an alle betreffenden Zeitungen zur Beförderung kommt.

Indessen erhalten einige Zeitungen gegen volle Gebührenzahlung tägliche frühzeitigere Wetterdepeschen, enthaltend die Beobachtungen einiger Stationen des In- und Auslandes mit oder ohne Text. Andere an Küstenorten erscheinenden Zeitungen drucken die an die Häfen täglich zur Versendung kommenden telegraphischen Mittheilungen der Seewarte ab, von welchen noch unten die Rede sein wird.

Obgleich die Wetterberichte durch die Tagespresse eine ausser-

ordentlich grosse Verbreitung erlangt haben, und so den weitesten Kreisen des Publikums in ergiebigster Weise zugänglich gemacht sind, so scheint der Hauptzweck, welcher mit diesen Publikationen verbunden ist, nämlich eine richtige Auffassung der grossen Witterungsvorgänge und ihrer Aenderung und, so weit es möglich ist, auch den causalen Zusammenhang dieser Erscheinungen zu geben, doch nicht vollkommen erreicht. Denn die allermeisten Leser finden sich sehr schwer in die Bedeutung der in Tabellenform gebrachten Zahlen der Wettertelegramme und die Witterungs-Uebersichten sind auch nicht im Stande, alles Berücksichtigenswerthe und das, was speciell jeden einzelnen Leser interessirt, genügend hervorzuheben. Gerade die wenigen allgemeinen Grundsätze, welche wir durch mehrjährige Erfahrung gesammelt haben, die aber eine so ausserordentliche Tragweite haben, dass sie eine vollständige Umgestaltung der meteorologischen Wissenschaft bedingten, sind aus den Tabellen wohl schwer zu ersehen. Ich meine hier das barische Windgesetz (Buys Ballot'sche Gesetz) und seine weitere Anwendung auf die Druckvertheilung um die barometrischen Minima und Maxima, das Verhalten und die Fortpflanzung dieser beiden Phänomene, die auf den allgemeinen Witterungscharakter einen bestimmenden Einfluss ausüben, alles dieses bietet für den Leser nicht allein hohes Interesse, sondern ist auch von äusserst praktischer Bedeutung. Dieses Verständniss wird in hohem Maasse angebahnt durch die Wetterkarten, welche sofort ein anschauliches Bild geben über die Vertheilung des Luftdrucks, der Temperatur, Luftströmungen und der Hydrometeore auf grösserem Gebiete, oder über die allgemeine Wetterlage und ihre Aenderung und hierin liegt der Schlüssel zur Erklärung der jeweiligen Witterungsvorgänge. Jenes oben genannte barische Windgesetz tritt auf allen Karten entschieden in den Vordergrund, die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Witterungselemente ist deutlich veranschaulicht und über die Fortbewegung der Depressionen kann man sich, wie ich noch unten des Näheren zeigen werde, ein gegründetes Urtheil verschaffen. Schon oben wurde bemerkt, dass die Verbreitung der vollständigeren von den einzelnen Instituten herausgegebenen Wetterkarten sich naturgemäss auf ein verhältnissmässig kleines Publikum beschränkt, und daher hat man Versuche angestellt, den Wetterkarten in den Zeitungen eine allgemeinere Verbreitung zu verschaffen. Hierbei zeigten sich bedeutende typographische Schwierigkeiten, welche einerseits durch die Grösse der Auflage, andererseits durch das Bedürfniss

einer raschen Herstellungsmethode bedingt waren. Diese Schwierigkeiten wurden zuerst vom meteorologischen Amte in London erfolgreich überwunden. Im Jahr 1871 begann die „Shipping Gazette“ eine tägliche Karte zu bringen, welche für die Stationen des Londoner Amtes die Windrichtungen um 8^h a. m. veranschaulichte. Auf der hierzu dienenden Druckplatte waren bei feststehenden Küstenumrissen an Stelle der Stationen Löcher zur Aufnahme der Windpfeile angebracht.

Seit Mai 1877 wurden diese Wetterkarten in der „Shipping Gazette“ bedeutend vervollkommnet, indem sowohl der Inhalt vermehrt, als auch das Gebiet erweitert wurde.

Auf Anregung Galton's construirten Shanks und Johnson von der patentirten Typengiesserei-Gesellschaft („Patent Type Founding Company“) einen Gravirpantographen zum Copiren der Wetterkarten und erfanden weiter eine Composition, welche unmittelbar nach Eingravirung der Zeichnung als Form für den Metallguss verwendet werden konnte. Dieses Verfahren vervollkommnete sich nach zahlreichen und mühsamen Versuchen nach und nach in einer Weise, dass in weniger als 1 Stunde nach Eintragen der Originalkarte ein zum Abdruck für eine Zeitung geeigneter Metallguss hergestellt werden konnte[31]).

Diese Witterungskärtchen erscheinen seit dem 1. April 1875 in den „Times“ und hierdurch war der Veröffentlichung der täglichen Zeitungswetterkarten in allen Ländern der Weg gebahnt. In der Nachmittagsausgabe bringen die „Times“ täglich die Beobachtungsdaten des Londoner meteorologischen Amtes für 8^h a. m. und in ihrer Morgenausgabe eine auf den vorhergehenden Abend 6^h p. m. sich beziehende Karte mit Diagramm und ausführlichem Text. Diese letztere Publikation beruht (1876) auf speciellen Witterungsdepeschen (von 17 Stationen), welche auf Kosten dieses Blattes erhalten und verarbeitet werden*). Die Redaction der „Times“ hat nicht gezögert, einen Betrag von nicht weniger als 10,000 M. jährlich für die Auslagen für den Druck, die Beobachtungen, die Beförderung der Telegramme und die speciellen zu diesem Zwecke im meteorologischen Amte erforderlichen Arbeiten auszugeben. Dieser Dienst findet auch an Sonntagen statt und mag dazu beigetragen haben,

*) Gegenwärtig laufen alle Abende von 19 Stationen, von 15 inländischen und 4 ausländischen, telegraphische Nachrichten ein, die letzteren treffen allerdings nicht selten, namentlich bei unruhiger Witterung, sehr spät ein.

dass die früher durch den Mangel des Sonntagsdienstes auf den britischen Inseln empfindliche Lücke jetzt insoferne gehoben ist, dass am Sonntage nur die auf 2^h p. m. bezüglichen Beobachtungen ausfallen.

Ausserdem werden noch verschiedene englische Zeitungen mit Diagrammen über den Gang des Luftdruckes, der Temperatur, des Windes und des Wetters als Ergänzungen zu den Wetterkarten versehen, so täglich der „Daily Chronicle“, wöchentlich der „Observer“, „Graphic“, „Lloyd's Weekly London Newpaper“ und die „Agricultural Gazette“.

Dem Beispiele der „Times“ folgte die französische Presse, indem die „Opinion nationale“, welches Blatt schon vorher (seit 1873) durch die Publikation einer Reihe meteorologischer Bulletins vor der Reorganisation des meteorologischen Dienstes in Frankreich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, seit dem December 1875 jeden Abend Witterungskarten für den vorhergehenden Morgen publicirte.

Da diese Zeitung in Vergleich mit den „Times“ in einer geringeren Auflage erscheint, konnte die Zinkographie (la gravure chimique au relief) in Anwendung gebracht werden. Gegen $2\frac{1}{2}^h$ p. m. erhielt die chemische Gravirwerkstätte das Originalblatt des Textes und der Karte des Bulletins International, geschrieben auf besonderer Papiersorte und wurde unmittelbar auf den Stein übertragen, der zum Abdrucke des Bulletins diente, welches die Correspondenten der Sternwarte und die Abonnenten erhielten. Nach Uebertragung auf den Stein um ungefähr 3^h p. m. wurde nach Abdruck auf chinesischem Papier die Karte auf eine Zinkplatte übertragen, diese mit Salpetersäure behandelt und nach einer etwa 3stündigen Vorbereitung auf einen Holzblock befestigt, so dass jetzt das fertige Cliché ($6\frac{1}{2}^h$ p. m.) der Redaction der L'Opinion zugeschickt werden konnte, wo die Karte gleichzeitig mit dem Bulletin International zur Ausgabe kam.

Später wurden auch durch den „Temps“ tägliche Wetterkarten veröffentlicht und zwar am Morgen des jeweilig folgenden Tages.

Die in Wien 1876 in der „Presse“ und in anderen Blättern angestellten Versuche, tägliche Wetterkarten zu publiciren, haben zu keiner dauernden Einrichtung geführt.

So weit wir wissen, erfolgten im Jahre 1877 in Kopenhagen, Christiania und Stockholm Veröffentlichungen dieser Art. Indessen geschieht die Herstellung der Karten nicht auf chemischem Wege, sondern, wie in England, durch Typen, und zwar nach einem Ver-

fahren, welches eine Erfindung des Lieutenants Rung in Kopenhagen ist, und von welchem Verfahren unten noch weiter die Rede sein wird. Diese Karten erscheinen, zum Theil mit geringen Modificationen in der Herstellung, in Kopenhagen in der „National Tidende“, in Christiania in dem „Morgenblad“, in Bergen in der „Bergenspost“, in Stockholm in dem „Aftonbladet“ und seit neuester Zeit in der „Nya Dagligs allehanda“ *).

Seit mehreren Jahren erschienen in dem „Sidney Morning Herald“ kartographische Wetterberichte derart, dass die Beobachtungsdaten der einzelnen Stationen theils in Zeichen, theils in Zahlen an den betreffenden Stellen einer geographischen Karte gegeben wurden, ohne Isobaren und Isothermen, wodurch also einigermaassen die Uebersicht des Beobachtungsmaterials erleichtert wird**). Eine brauchbarere Witterungskarte, welche sich auf Australien, Tasmanien, Neu-Seeland, Neu-Caledonien und die Fitschi-Inseln bezieht, wird täglich im Melbourner „Argus“ veröffentlicht.

In Nordamerika erscheint seit dem 1. Mai 1879 eine Morgenkarte in dem „Daily Graphic“ in NewYork, welche dort auf Grund der telegraphischen Wetterberichte hergestellt wird. Vor einigen Jahren hat man Versuche gemacht, die Wetterkarten durch mehrere Zeitungen zu verbreiten, indessen sind mir die Erfolge dieser Versuche bis jetzt nicht bekannt geworden.

In Deutschland war man zu der Zeit, als die Seewarte den telegraphischen Wetterdienst übernahm, darauf bedacht, eine Methode zur raschen Reproduction der Wetterkarten in der Tagespresse zu ermitteln und obgleich auf Veranlassung sowohl der Seewarte, als auch der Admiralität viele Versuche nach dieser Richtung hin gemacht wurden, so hatten diese nur insoferne Erfolg, dass die durch mehrere grössere Druckereien ermittelten Verfahrungsweisen bei Herstellung der Karten hauptsächlich auf der Methode des Aetzens und Herstellung der Clichés auf chemischem Wege beruhten, zu welchem in jeder Druckerei eigene Einrichtungen und zur Herstellung gut geschulte Kräfte vorhanden sein mussten, abgesehen da-

*) Nach einer privaten Mittheilung des Direktors des meteorologischen Centralinstitutes in Helsingfors Nordenskiöld werden gegenwärtig in Finnland Vorbereitungen getroffen, Wetterkarten in den Zeitungen „Allmänna Tidning“ und „Snomalainen Wirahlinen Lehti“ zu publiciren. Von der ersteren Zeitung ist mir eben ein Exemplar mit einer nach dem Rung'schen Verfahren hergestellten Wetterkarte (vom 5. Januar 1886) zugestellt worden.

**) Ob diese Karten in letzterer Zeit verbessert sind, ist mir nicht bekannt.

von, dass für diese Operation eine verhältnissmässig lange Zeit in Anspruch genommen wurde. Seit dem 4. Juli 1877 brachte die „Hamburger Reform“ und seit dem 1. Januar 1878 auch die „Hamburger Börsenhalle“ und der „Hamburger Correspondent“ täglich eine zinkographirte Wetterkarte von Europa, welche an der Seewarte eigens entworfen und für die erstgenannte Zeitung auch autographirt wurde. Die Karte der „Börsenhalle“ erschien am Abend (7^h p. m.) desselben Tages, für dessen Morgen die Karte gilt, die Karten der übrigen Zeitungen am Morgen des folgenden Tages.

Nachdem sich die Zeichnung der Wetterkarten auf Grund des Isobarentelegrammes[32]) und des Zeitungsabonnementstelegrammes auch für Orte ausserhalb Hamburgs als praktisch ausführbar erwiesen hatte, war man eifrigst bemüht, auch die auswärtigen Zeitungen zur Reproduction der Wetterkarten zu veranlassen, allein alle diese Bemühungen scheiterten theils daran, dass die Schwierigkeiten, welche sich der leichten Ausführbarkeit und der raschen Herstellung der Karten entgegenstellten, nicht überwunden werden konnten, theilweise aber auch daran, dass bei einigen Zeitungsredacteuren das Interesse für den Gegenstand fehlte.

Die in Kopenhagen, Christiania und Stockholm um das Jahr 1877 durch die Zeitungen veröffentlichten Wetterkarten wurden bewerkstelligt nach einer Methode, welche allen Ansprüchen genügte, indem das einfache Verfahren keinerlei technische Vorkenntnisse voraussetzt und durch dasselbe die Wetterkarten, nachdem sie entweder in Hamburg oder nach telegraphisch übermitteltem Material an irgend einem auswärtigen Orte construirt sind, in etwa 45 Minuten zum Drucke fertig gestellt werden können.

Die Herstellung der Wetterkarten nach dieser (Rung'schen) Methode, geschieht nicht auf chemigraphischem Wege, sondern durch Typen, die bei feststehenden Länderumrissen in eine weiche Masse eingesetzt werden, welche nachher durch Erwärmung hart gemacht wird. Dieses Verfahren, welches von den einzelnen Zeitungen etwas abgeändert resp. verbessert wurde, hat ausser der Einfachheit und der kurzen Dauer der Herstellung und der Verwendbarkeit für jede Druckerpresse und jedes Zeitungsblatt noch den Vortheil, dass durch den Gebrauch der Typen Gleichartigkeit des Druckes und Unabhängigkeit von der Handschrift des Zeichners erzielt wird.

Im Herbste des Jahres 1880 wurde das Rung'sche Verfahren von der Direction der Seewarte im Auftrage der Kaiserl. Admiralität

und des Königl. Preuss. landwirthschaftlichen Ministeriums um den Preis von 4000 Mark käuflich erworben und den deutschen Zeitungen innerhalb des Reichsgebietes im Interesse der Verbreitung des Verständnisses des Wesens und der Ziele der ausübenden Witterungskunde, unentgeldlich zur Verfügung gestellt. Die Anschaffungskosten belaufen sich auf 160 M., die Ausgaben für wettertelegraphisches Material (Abonnements- und Isobarentelegramm) auf monatlich ca. 110 M., oder auf ca. 70 M. wenn die oben (pag. 77) angegebene Ermässigung bezüglich des Abonnementstelegramms eintritt.

Das Rung'sche Verfahren wird gegenwärtig mit Modificationen in Deutschland angewendet von der „Hamburger Börsenhalle", vom „Hamburger Correspondenten" und von der Augsburger „Allgemeinen Zeitung" *).

In neuester Zeit (1885) scheint ein Verfahren wieder aufgenommen zu sein, welches im Jahre 1876 und 1877 in Hamburg versucht wurde, nämlich die Prägung von Wetterkarten in Schriftmetall und Druck derselben weiss auf schwarzem Grunde, ein Versuch, der damals an der Qualität der Druckerschwärze und dem eiligen Drucke scheiterte. Gegenwärtig werden solche Wetterkarten publicirt durch das „Berliner Fremdenblatt" und die „Kreuzzeitung" („Neue Preussische Zeitung").

Ausserdem bringen noch Wetterkarten nach dem zinkographischen Verfahren das „Berliner Tagblatt" und die „Magdeburger Zeitung" (letztere nach einem in England patentirten Verfahren).

Eine weitere wirksame Verbreitung finden die täglichen Wetterberichte, sowohl in Europa, als auch in Nordamerika durch öffentlichen Anschlag, sei es, dass dieser direkt durch die Telegraphenverwaltungen oder andere Behörden, oder durch Vermittlung der Centralstellen auf Grundlage wettertelegraphischen Materials erfolgt. Diese Art der telegraphischen Verbreitung von Witterungsthatbeständen ist die älteste und beschränkte sich ursprünglich, sowie noch jetzt in Europa fast nur auf die Hafenplätze; dagegen in Nordamerika ist Vorsorge getroffen, dass die Wetterberichte allseitig über das ganze Land verbreitet werden, und zwar hauptsächlich durch das oben mehrfach erwähnte Circuit-System, dann aber auch durch anderweitige Wetterdepeschen und die Post.

Auf den britischen Inseln geschieht die Verbreitung der Wetter-

*) Die Wetterkarte für die „Allgemeine Zeitung" wird an der Centralanstalt in München entworfen und durch die Post dieser Zeitung zugestellt.

berichte in so ausgiebiger Weise durch die Zeitungen, dass hier eine weitere Beihilfe der Regierung nicht unentbehrlich erscheint, wesshalb die Verbreitung der Wetterberichte durch Anschlag, so weit mir bekannt ist, sich nur auf die Sturmwarnungen beschränkt; auch scheint die Bereitwilligkeit des meteorologischen Amtes, jeden beliebigen Hafen zu stark reducirter Taxe mit Witterungsnachrichten zu versehen, nicht benutzt zu werden.

In Dänemark und Schweden werden die Wetterberichte an mehreren Orten der Hauptstadt angeschlagen und ausserdem an den Telegraphenstationen durch Anschlag verbreitet, in Norwegen erhalten alle Hafenorte, welche telegraphische Verbindung haben, tägliche Wetterberichte zum öffentlichen Anschlage.

In Deutschland finden die Wetterberichte, wie auf den britischen Inseln, durch die Tagespresse eine ausserordentlich grosse Verbreitung, so dass keine grössere Zeitung eines Wettertelegrammes entbehrt und auch hier ist der öffentliche Anschlag, ausser an Küstenpunkten, so wünschenswerth er auch erscheint, nur auf vereinzelte Fälle beschränkt.

Von hervorragender Wichtigkeit sind die Wetterberichte, welche täglich den Küstenorten im Interesse der Seefahrer und der Fischerei treibenden Bevölkerung übermittelt werden, oder die Hafentelegramme, welche gegenwärtig fast allgemeine Verbreitung gefunden haben. Diese Telegramme begannen in Frankreich am 1. April 1860 und zwar enthielten dieselben (2mal täglich) zunächst nur Nachrichten von französischen Stationen. Im Jahre 1866 wurden dieselben an 73 Stationen täglich um Mittag befördert, welche nach 5 Küstenzonen gegliedert waren, und zwar enthielten diese Depeschen eine allgemeine Witterungsübersicht in Worten, insoferne die französischen Küsten dabei interessirt waren. Bei schlechtem Wetter wurden hiervon die bedrohten Häfen benachrichtigt, und auf die eigentliche Sturmwarnung vorbereitet. Bei zweifelhafter Lage wurden noch ergänzende Depeschen abgesandt, nachdem die Abendbeobachtungen eingelaufen waren [33]).

In den Niederlanden begannen die regelmässigen Mittheilungen an die Seehäfen fast gleichzeitig mit denen in Frankreich. Im Jahre 1878 gingen vom Meteorologischen Institute in Utrecht täglich 12 Häfen telegraphische Berichte zu. Alle diese Hafenplätze bekamen vom meteorologischen Institut in Utrecht nicht weniger als 4mal täglich Telegramme, und zwar enthielt das erste in 33 Worten die Daten von 5 niederländischen Stationen, das zweite

in 55 Worten jene von 6 englischen und 3 deutschen und das dritte in 20 Worten jene von 3 französischen Stationen, sämmtlich vom Morgen; das vierte am Abend versandte Telegramm (3 Worte) enthielt nur den grössten barometrischen Unterschied zwischen den niederländischen Stationen für 6^h p. m. nach der von Buys Ballot auch in seinen Publicationen benutzten Art ausgedrückt, z. B. G. 1,8 M. (d. h. grösster Unterschied zwischen Groningen und Maastricht $1{,}8^{mm}$). In gleicher Weise war am Schlusse des ersten Telegramms an die Häfen der grösste Unterschied für 8^h a. m. angegeben. Im Gegensatze zu den französischen, nur aus einem Texte bestehenden Hafentelegrammen, enthielten die niederländischen ausschliesslich Zahlenangaben und Windrichtungen ohne Text, und zwar gaben die ersten 3 Telegramme von jeder Station die Abweichungen des Barometers von seinem mittleren Stande, Richtung und Stärke des Windes, Bewölkung und zum Theil auch Seegang an, z. B. „G p 17 ZZ0 1 betr“ bedeutet Groningen, Barometer $+ 1{,}7^{mm}$ (Abweichung), Wind SSE_1, bedeckt. Dieses ist die ältere und jetzt verlassene Form der Wettertelegramme; durch die Einführung des Gruppensystems konnte die Wortzahl der Telegramme auf fast $^1/_3$ eingeschränkt werden; aber auch wenn dieses in Rechnung gebracht wird, bleibt es ersichtlich, dass das System der Hafentelegramme in den Niederlanden am stärksten entwickelt war und noch ist, besonders wenn man die möglichste Beschleunigung der Nachrichten bezweckende getrennte Uebermittelung der zu verschiedenen Zeiten am Institut einlaufenden Telegramme an die Häfen berücksichtigt.

Dieses System ist mit Anfang der 80er Jahre verlassen worden. Gegenwärtig haben alle Telegramme die internationale Form und werden durch eine Filialabtheilung des meteorologischen Institutes in Amsterdam in Empfang genommen, bearbeitet und zur Versendung gebracht. Die Morgentelegramme erhalten: Arnhem, Brouwershaven, Delfzyl, s'Gravenhage, Groningen, Harlingen, Hellevoetsluis, Ymuiden, Kampen, Lemmer, Middelburg, Nieuwediep, Rotterdam, Vlissingen, Wageningen, Zierikzee und Zwolle; die Nachmittagstelegramme (72 Zifferngruppen zu je 3) dieselben Plätze ausser Middelburg und Wageningen; die Abendtelegramme: Delfzyl, s'Gravenhage, Hellevoetsluis, Ymuiden, Nieuwediep, Rotterdam, Vlissingen und Zwolle. Dabei bilden Amsterdam, Rotterdam und Groningen die Vertheilungscentren für die oben genannten Orte. Diese Depeschen werden als Diensttelegramme behandelt,

die vor anderen Diensttelegrammen den Vorzug in der Beförderung haben.

In Frankreich erhalten jetzt 85 Häfen, geschieden nach 5 Küstendistricten, täglich um Mittag telegraphische Nachricht über die wahrscheinlich zu erwartenden Windverhältnisse, nebst kurzen Angaben über Vertheilung und Aenderung des Luftdruckes, z. B. 7. August 1885:

„France — Service maritime.

Faible depression Mer du Nord, baisse 5^{mm} Yarmouth, 2 Dunkerque, hausse 2^{mm} Brest, 4 Biarritz

Probable { Manche: vent des rég. O (Ouest) mod. à assez fort.
Brétagne: id. id.
Océan: vent des rég. O faible à modéré.

Méditerranée. — Faible dépression, golfe de Génua, baisse 1^{mm} Nice, Livorne, hausse 3 Perpignan, 2 Alger.

Probable { Provençe: vent d'entre O et N faible à modéré.
Algerie: vent variable."

Diese Telegramme werden gewöhnlich in den Hafenbureaus angeschlagen, wo die Interessenten, Seeleute, Fischer etc. sich am meisten einfinden.

In Norwegen erhalten alle Hafenorte, welche Telegraphenexpeditionen haben, etwa um 10^{h} a. m. die Morgenbeobachtungen der norwegischen Stationen Bodö, Christiansund, Florö, Skudesnaes, Oxö, Sandzsund und Dovöe, und zwar, wie es scheint, direkt von den beobachtenden Telegraphenstationen (ausser Christiania).

In England scheint sich die Berichterstattung an die Häfen, abgesehen von Sturmwarnungen, hauptsächlich nur auf den Anschlag des lithographischen Berichtes (Wetterkarte) und auf die telegraphischen Berichte in den Zeitungen zu beschränken. Auch in Russland scheinen regelmässige tägliche Telegramme an Hafenorten nicht durchgeführt zu sein.

An der meteorologischen Centralanstalt in Rom wird auf Grund des wettertelegraphischen Materials eine Uebersicht des atmosphärischen Zustandes angefertigt (telegramma meteorico) und dieses in Verbindung mit einer Prognose gewöhnlich etwas nach 2^{h} p. m. an 37 Stationen (Observatorien und Hafenmeister mit einbegriffen), und an 34 Semaphoren abgesendet.

Schon im ersten Theile dieses Handbuches wurde erwähnt, dass in Preussen von dem Berliner Telegraphenamte in den Jahren

1865—1875 tägliche telegraphische Wetterberichte an die preussischen Häfen befördert wurden, welche einen Auszug aus den grösseren für Abonnenten beziehungsweise Zeitungen bestimmten Berichten enthielten und welche aus einer Tabelle ohne Text bestanden. Diese Telegramme, welche Luftdruck (für Inland auf 0°, für Ausland aufs Meeresniveau reducirt), Temperatur, Wind und Wetter für 14 Stationen enthielten, gingen an die Häfen: Memel, Pillau, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde und Swinemünde, während an der Nordsee in Cuxhafen, Bremerhafen, Geestemünde und Tönning tägliche Wettertelegramme von Helder, Borkum und Helgoland einliefen. Bei allen diesen Telegrammen fehlten die so überaus wichtigen Nachrichten von den britischen Inseln ganz und gar.

Als die deutsche Seewarte im Jahre 1875 den wettertelegraphischen Dienst zunächst im Interesse der Deutschen Küstenbevölkerung übernahm, wurde das System der täglichen Hafentelegramme festgehalten und allgemein auf die ganze Deutsche Küste ausgedehnt, jedoch erhielt dasselbe, den bestehenden Bedürfnissen und dem Stande der Wettertelegraphie entsprechend, bedeutende Aenderungen und Erweiterungen. Gegenwärtig übermittelt die Seewarte an 29 Häfen der Deutschen Küste (ausser Hamburg-Altona) täglich Hafentelegramme, welche aus einem chiffrirten Theile (Tabelle) und einem Texte (Witterungsübersicht) bestehen, welch' letztere in besonderen Fällen Andeutungen, insbesondere über die zu erwartenden Windverhältnisse enthält. Diese Telegramme erhalten a) an der Ostsee: Memel, Pillau, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Colbergermünde, Swinemünde, Stettin, Wolgast, Stralsund, Warnemünde, Wustrow, Lübeck, Travemünde, Kiel, Flensburg und Aarösund; b) an der Nordsee: Tönning, Glückstadt, Brunshausen, Cuxhaven, Wilhelmshaven, Geestemünde, Bremerhaven, Elsfleth, Brake, Leer, Emden (Keitum auf Sylt im Sommer), Hamburg (2) und Altona (2).

Der chiffrirte Theil der Depesche nach dem Schema BBBWW SHTTG wobei TT die Temperatur in ganzen Graden bedeutet) enthält für die Nordseehäfen die Morgenbeobachtungen der Stationen: Queenstown, Aberdeen, Yarmouth, Brest, Hurst-Light, Helder, Borkum, Hamburg, Sylt, Skagen, Skudesnaes und für die Ostseehäfen diejenigen von Memel, Neufahrwasser, Swinemünde, Kiel, Skagen, Kopenhagen, Bornholm, Stockholm und Riga und zwar in unveränderter Reihenfolge und ohne Stationsnamen. Dieser Theil der Depesche wird von den Empfängern, die fast sämmtlich

Signalisten oder Agenten der Seewarte sind, entziffert, und in eine Tabelle eingetragen. Der für Nordsee und Ostsee gewöhnlich gleichlautende Text giebt in allgemeinen Zügen die Vertheilung und Aenderung des Luftdruckes, die Luftströmungen am Kanal, sowie in der Nord- und Ostsee. Diese Telegramme werden an geeigneten Orten in eigens dazu construirten Wetterkästen, in welchem sich noch die autographirten Wetterkarten nebst Stationsschlüssel und Erklärungen, sowie ein Aneroid befinden, dem Publikum zugänglich gemacht.

Als Beispiel geben wir das Telegramm für die Nordseehäfen vom 16. September 1885 in dechiffrirter und chiffrirter Form wieder:

Wetterbericht für die Nordseehäfen

von Mittwoch dem 16. September 1885, 8 Uhr Morgens.

Stationen.	Barometer mm auf 0° und Meeresspiegel reducirt.	Wind Richtung rechtweisend.	Wind Stärke 1—12.	Wetter.	Temperatur Cels.	Seegang. 0=schlicht 9 = äusserst hoch.	Bemerkungen.
Queenstown . . .	760,7	W	2	heiter	12	—	
Aberdeen	752,6	SW	3	heiter	12	—	
Great Yarmouth . .	fehlt						
St. Matthieu bei Brest	764,4	SW	2	Gewitter	15	4	
Hurst-Light (Needles)	764,3	WSW	4	wolkig	16	—	
Helder	761,9	SSW	2	wolkig	17	3	
Borkum	762,6	SW	5	bedeckt	17	4	
Hamburg	763,2	WSW	5	wolkenlos	18	—	
Sylt (Keitum) . . .	759,5	WSW	4	Dunst	16	—	
Skagen	753,8	WSW	5	wolkig	15	3	
Skudesnaes	752,4	W	6	wolkig	12	4	

Uebersicht der Witterung:

Maximum 770^{mm} Alpen, Depression 741^{mm} Norwegen, Barometer Westeuropa gestiegen. Ostseebecken südlich, mässig bis stark, sonst südwestlich, meist frisch, Christiansund stürmisch.

NB. Die Ostseehäfen erhalten gewöhnlich denselben Text mit den Angaben von den oben genannten Stationen.

60724	2112.	52620	3112.
fehlt		64420	29154
64322	4316.	61918	23173
62620	54174	63222	5018.
59522	4716.	53822	53153
52424	63124	(Text)	

Die oben erwähnten Wetterberichte von Helder, Borkum und Helgoland, welche vor Errichtung der Seewarte an einige Häfen der Nordsee gingen, wurden erst später eingestellt und als Ersatz dafür ein Abonnementstelegramm (zum Preise von 10 M. monatlich) eingerichtet (October 1885), welches die Beobachtungsdaten von Queenstown, Aberdeen, Hurst-Light, Yarmouth, Borkum, Hamburg, Skagen, Swinemünde, Memel und Stockholm enthält und zwar in chiffrirter Form ohne Text.

Bei dem Ursprunge und der ersten Einführung der Wettertelegraphie trat hauptsächlich der Gedanke in den Vordergrund, dass man durch dieselbe in Stand gesetzt sei, die vom Sturme bedrohten Küstenstrecken vor der hereinbrechenden Gefahr zu warnen. Bekanntlich gab der denkwürdige Sturm vom 14. November 1854, welcher die alliirten Flotten auf dem schwarzen Meere arg bedrängte, den Verlust des französischen Linienschiffes „Henri IV.“ herbeiführte und das Lager von Balaklawa zerstörte, Veranlassung zu einer eingehenden Untersuchung dieses Phänomens durch Leverrier, und diese Untersuchung hatte die Einführung der Wettertelegraphie, insbesondere im Interesse des seefahrenden Publikums in Frankreich zur Folge, welchem Beispiele bald darauf die übrigen Seefahrt treibenden Nationen folgten. Indessen waren die damaligen Grundlagen der Wettertelegraphie trotz der sanguinischen Erwartungen, denen man sich allgemein hingab, keineswegs der strengen Wissenschaftlichkeit entsprechend, indem die Regeln, welche damals für die Entwickelung und Fortpflanzung der Stürme als maassgebend angenommen wurden, nur eine sehr beschränkte Gültigkeit hatten. Man ging von der, hauptsächlich von Dove vertheidigten Ansicht aus, dass die Stürme in der Richtung ihres Wehens sich fortpflanzten und dass das Nebeneinanderwehen eines Aequatorial- und Polarstromes das Hereinbrechen des letzteren in den ersteren befürchten liesse, und so glaubte man zuerst, dass es leicht wäre, einem Sturm, der an irgend einem Punkte Europas auftrete, durch den elektrischen Strom voranzueilen und die bedrohten Küstenstrecken rechtzeitig warnen zu können. Bei weiterer Entwickelung

der Wettertelegraphie kam man zu der Einsicht, dass bei den Stürmen die Luftmassen einen Ort niedrigen Luftdruckes spiralförmig umkreisen und diese Luftwirbel in der Regel von West nach Ost fortschreiten. Diese Erkenntniss bildete zwar für die Sturmwarnungen sehr wichtige Anhaltspunkte, aber bei fortschreitender Erfahrung machten sich auch die vielen Unsicherheiten in der Anwendung dieser Grundlage bemerkbar und die Mannigfaltigkeit der Sturmphänomene und die sehr verwickelten Umgestaltungen derselben, stellte die praktische Verwerthbarkeit dieser Grundregel fast ganz in Frage. Später — in England geschah dieses nach Fitzroy's Tode bei Wiederaufnahme der Sturmwarnungen — verliess man nach und nach den Optimismus, welcher früher allgemein Platz gegriffen hatte, und wandte sich der Ansicht zu, dass unsere Hilfsmittel bei dem Sturmwarnungsdienste zwar unzulänglich sind, dass aber trotzdem die Sturmwarnungen einen so eminent praktischen Werth haben, dass die einzelnen Institute es gewissermassen als ihre Pflicht ansehen müssen, Alles für das Sturmwarnungswesen zu thun, was nur irgendwie in ihren Kräften steht. Daher sind auch bei fast allen civilisirten Nationen, welche Seefahrt treiben, Sturmwarnungen eingeführt, Einrichtungen, welche nach und nach bei der Küstenbevölkerung hohe Achtung sich erworben haben und unentbehrlich geworden sind.

Welches im Jahre 1873 die Ansichten über die Grundlagen und die Praktibilität des Sturmwarnungswesens und der Wettertelegraphie überhaupt waren, ist in dem an den Wiener Congress erstatteten Bericht von der in Leipzig ernannten Commission ausführlich dargelegt und ich habe hierüber im ersten Theile dieses Handbuches (Seite 300 ff.) eingehend referirt. Indem ich hierauf verweise, will ich nur bemerken, dass fast alle Urtheile zu Gunsten des Sturmwarnungswesens ausfielen. Inwieferne die damals herrschenden Ansichten über die Grundlage des Sturmwarnungswesens modificirt und berichtigt worden sind, werde ich nachher unten noch des Näheren zu besprechen haben.

Die wettertelegraphischen Bestrebungen in den Vereinigten Staaten waren ursprünglich hauptsächlich den Interessen der Seefahrt gewidmet. Nachdem am 1. November 1870 die isochronen meteorologischen Depeschen ihren Anfang genommen, erfolgte am 8. desselben Monats die erste Sturmwarnung für die Seen, welche in den Bulletins veröffentlicht wurde. Im Jahre 1882 erhielten 120 Stationen Sturmwarnungssignale, welche in 3 Klassen zerfallen:

1) das Cautionary Signal, eine rothe Flagge mit schwarzem Viereck in der Mitte, als Tagessignal und eine rothe Laterne des Nachts; 2) das Cautionary offshore Signal (Winde aus N bis W wahrscheinlich), eine weisse Flagge mit schwarzem Viereck über rother Flagge mit schwarzem Viereck, als Tagessignal und ein weisses Licht über rothem als Nachtsignal; 3) das Cautionary Nordwest Signal, wie vorhin, für einige Häfen der Seenregion. Im Jahre endigend Juni 1882 wurden 2051 Signale gegeben.

In Canada wurden ursprünglich (1872) die Sturmwarnungen vom Signal office in Washington gegeben, und diese erstreckten sich auf solche Stürme, welche sich den Landseen und der canadischen Küste näherten, später (1876) kam ein selbständiges Sturmwarnungssystem zur Durchführung. Die Sturmwarnungen enthielten ursprünglich keine Angaben über voraussichtliche Richtung und Stärke des Windes, erst später (1882) wurden diese Angaben dem Telegramme beigegeben, zunächst für die Landseen, nachher auch für die Seeküste, eine Massregel, wodurch das Interesse des Publikums an den Leistungen des Institutes sehr gehoben wurde.

Die Sturmwarnungen, welche an 24 Stationen an den Landseen, 11 am St. Lorenzstrom, 12 an der atlantischen Küste gehen, werden signalisirt mittelst Trommel und Kegel (Fitzroy'sches System[34]), (siehe unten Fig. 3) und durch Anschlag schriftlicher Bekanntmachungen vervollständigt, welche eingehender von den zu erwartenden Aenderungen von Wind und Wetter Nachricht geben.

In Frankreich erhalten die Häfen seit August 1863 tägliche telegraphische Witterungsaussichten in der Weise wie schon oben angegeben wurde, wobei die Ankündigung eines Sturmes durch mehrere aufeinander folgende Depeschen vorbereitet ist. Sturmwarnungsdepeschen gehen ebenfalls an mehrere Städte des Auslandes, wenn die dem Lande zugehörige oder angrenzende Küstenstrecke vom Sturme bedroht wird. Derartige Depeschen gingen im Jahre 1866 nach Florenz, Rom, Bern, Lissabon, Wien, Brüssel, Utrecht, Petersburg, Stockholm, Christiania und Madrid. Später jedoch wurden diese Depeschen meistens aufgegeben.

In den Niederlanden wurden mit dem 1. Juni 1860 von Buys Ballot die Sturmwarnungen nach dem im ersten Theile dieses Handbuches (pag. 335) beschriebenen Systeme eingeführt. Als Sturmsignale waren die Fitzroy'schen im Gebrauch, später nach Fitzroy's Tode wurde ein anderer Apparat, das Aëroklinoskop in

Anwendung gebracht, welches dazu diente, Richtung und Grösse des Barometerunterschiedes (der Gradienten) anzugeben, wozu hauptsächlich die Beobachtungen von Groningen, Helder, Vliessingen und Maastricht benutzt wurden. Die Einrichtung des Aëroklinoskops zeigt nebenstehende Figur.

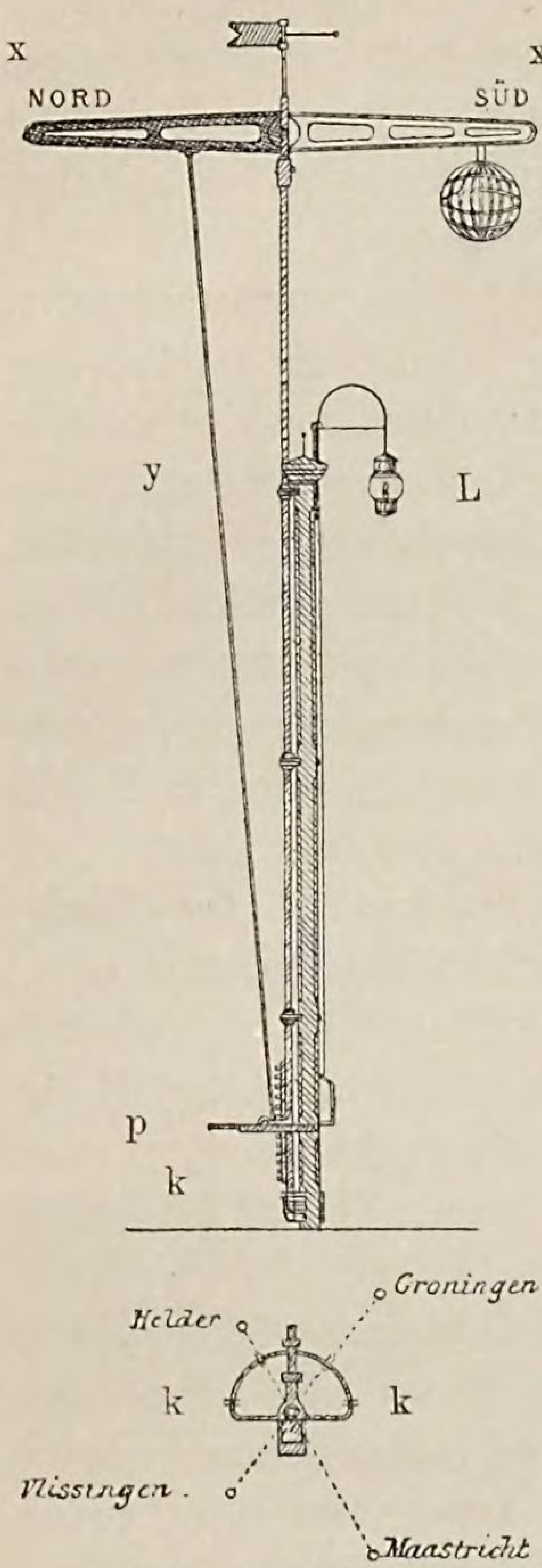


Fig. 2. Aëroklinoskop.

Die Neigung des Armes x x wird durch die Stange y bewerkstelligt und wird durch die nach N roth, nach S weiss angestrichene Kugel R sichtbar gemacht. Mittelst des Hebels p kann der Mast mit dem Arme x x horizontal gedreht werden; in dem Bogen k k entsprechen Marken der Lage der 4 Orte Helder, Groningen, Maastricht und Vliessingen. Während der Nacht wird die Laterne L gehisst, wenn das Abendsignal ein ungünstiges ist (d. h. wenn die Abweichungen im Norden um 4^{mm} oder mehr geringer sind als im Süden).

In England wurde die erste Sturmwarnung im Februar 1861 erlassen, nachdem Fitzroy das noch jetzt fast allgemein verbreitete System der Sturmwarnungssignale eingerichtet hatte. Die Warnungssignale bestanden bis vor kurzer Zeit aus Kegel und Trommel; letztere kommt in gegenwärtiger Zeit in Grossbritannien nicht mehr zur Anwendung. In der Nachtzeit werden diese Signale durch Laternen ersetzt. Die Höhe resp. der Durchmesser der Basis beträgt 3 englische Fuss. Die Anwendung der Signale zeigt folgende Figur (Fig. 3).

Die Signale bleiben 48 Stunden nach gegebener Warnung hängen und besagen, dass eine atmosphärische Störung vorhanden ist, welche in der Umgebung von 50 Seemeilen in Bezug auf den Ort, wo das Signal gehisst ist, ein Sturm aus der angezeigten Richtung wahrscheinlich eintreffen wird. Die Sturmwarnungs-Telegramme werden unentgeldlich an die Häfen befördert und zwar an 83 in England und Wales, 37 in Schott-

land, 14 in Irland, 3 auf der Insel Man und 3 auf den Inseln des Canals.

An der österreichischen Küste wurden Ende 1866 auf Grundlage der Wettertelegramme vom Pariser Observatorium Sturmwarnungssignale eingerichtet und zwar Cylinder bei Tage und vier

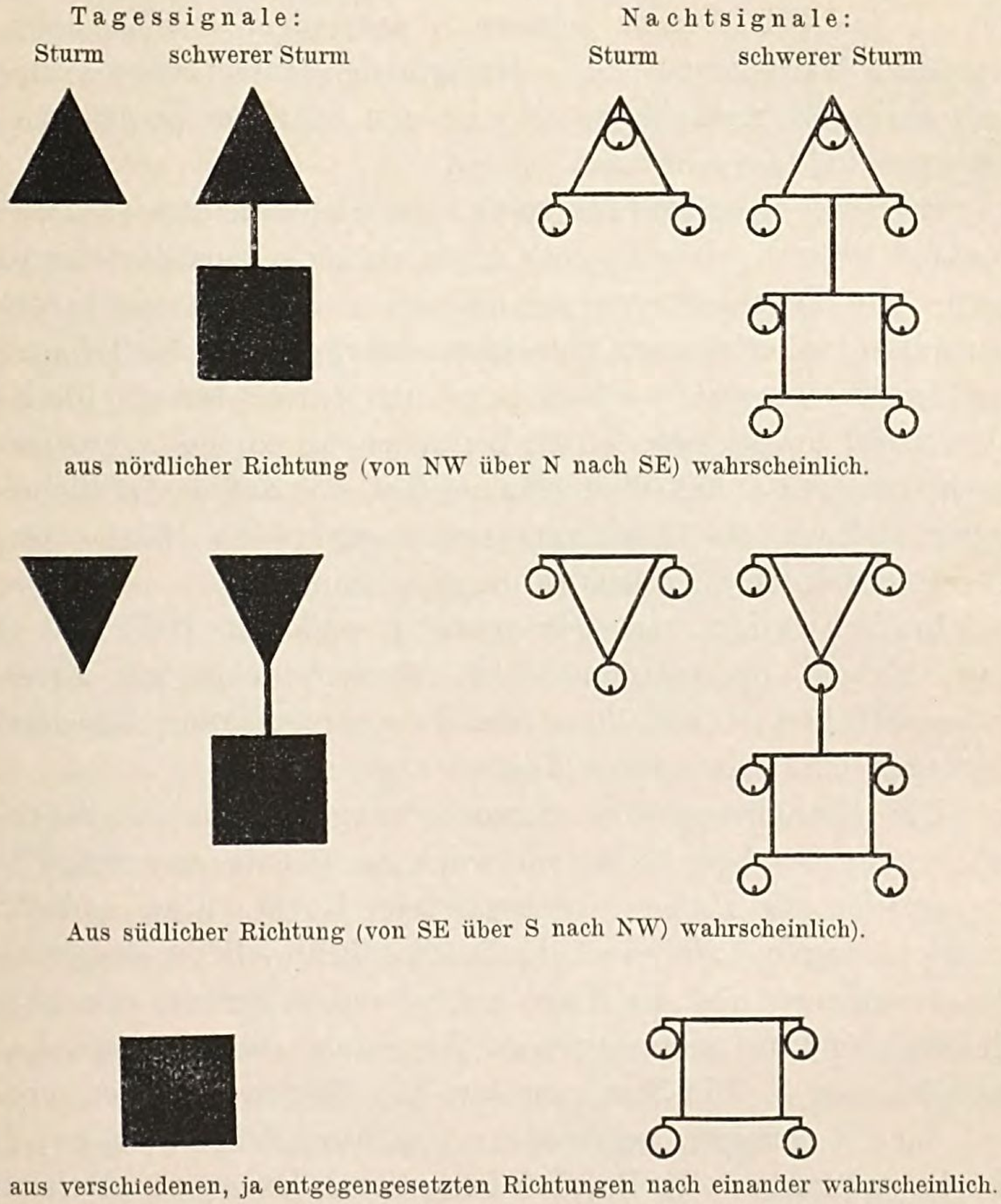


Fig. 3. Sturmsignale, nach Fitzroy.

weisse Lichter, im Quadrate aufgehängt, des Nachts. Ob gegenwärtig noch Warnungen für diese Küste ertheilt werden, habe ich nicht erfahren können.

In Italien erhielten seit April 1866 21 Küstenstationen Wettertelegramme von der Centralanstalt Florenz, an 6 von diesen (Genua, Livorno, Ancona, Neapel, Palermo und Catanea) waren Commissionen

eingesetzt, die die Beobachtungen am Orte zu untersuchen und gegebenen Falles die benachbarten Häfen zu warnen hatten, auch ohne Anweisung der Centralstation, eine Einrichtung, die der zu derselben Zeit in Preussen unter Dove bestehenden ähnlich war. In gegenwärtiger Zeit erhalten von der Centralanstalt Rom eine Anzahl Hafenmeister und 34 Semaphorstationen, wie bereits oben erwähnt, das Telegramma meteorico, ausserdem werden aber noch besondere Telegramme, den Bedürfnissen entsprechend, zu jeder Zeit nach den Semaphoren erlassen und auch bei besonderen Witterungsverhältnissen erbeten.

In Norwegen wurden zuerst (1869) die Sturmwarnungen aus England benutzt, als sich aber diese als nicht zureichend erwiesen, wurde ein eigenes Sturmwarnungssystem errichtet. Die von dem Centralinstitute erlassenen Warnungen werden durch das Telegraphenamt den Hafenbeamten, Oberlootsen und Vorständen der Fischereien mitgetheilt, um dieselben nach Bedarf weiter zu befördern. Jedoch beschränken sich diese Telegramme fast nur auf das südliche Norwegen. Auch die Nachmittagstelegramme aus Skudesnaes und Aberdeen werden zu Sturmwarnungen benutzt.

In Schweden und Dänemark, sowie in Belgien scheint man sich auf die telegraphischen Wetterberichte mit Aussichten zu beschränken, welche durch die Telegraphenämter und durch die Zeitungen eine sehr grosse Verbreitung finden.

Die Einrichtung des Sturmwarnungssystems in Russland datirt vom October 1874, in welchem Monate die erste Sturmwarnung an die Häfen von Kronstadt, Reval, Riga und Windau geschickt wurde. Gegenwärtig beschränken sich die regelmässigen Sturmwarnungen auf die Häfen des baltischen Meeres, einschliesslich Finnland, und auf einige grössere Binnenseen (den Onega-, Ladoga- und Ilmensee). Die Stationen, welche Sturmwarnungen erhalten, sind nach 3 Gruppen geschieden: I. Libau, Windau, Riga, Dünamünde und Pernau; II. Baltisch Port, Reval, Hangö und Helsingfors; III. Kronstadt, St. Petersburg, Schlüsselburg, Nowaja-Ladoga, Ssermaxa, Nowgorod und Staraja Russa.

In Portugal kommen die Fitzroy'schen Signale, Kegel und Trommel, zur Anwendung mit einer ähnlichen Instruction, wie sie in England gebräuchlich ist.

Das deutsche Sturmwarnungswesen habe ich im ersten Theile dieses Handbuches ausführlich besprochen (pag. 345—357). Indem ich an dieser Stelle hierauf verweise, will ich an einem speciellen

Beispiele zeigen, wie an der Seewarte die Sturmwarnungen gehandhabt werden. Ich benutze hierzu den von mir bearbeiteten Sturm vom 26. bis 29. October 1884, welcher nicht allein wegen seiner Heftigkeit, mit welcher derselbe im Nord- und Ostseegebiete auftrat, sondern ganz besonders wegen seiner langen Dauer und der regelmässigen Aufeinanderfolge der Witterungserscheinungen sehr denkwürdig ist.

Dieser Sturm wurde hervorgerufen durch zwei barometrische Minima von ungewöhnlicher Tiefe und Intensität, von denen das eine in nordöstlicher Richtung im Nordwesten Europas fortzog, das andere von Schottland ostwärts über die nördliche Nordsee und Südskandinavien nach Finnland sich bewegte.

Am 25. Morgens war das Wetter über ganz Europa ruhig. Zwischen zwei barometrischen Maxima, von denen das eine südwestlich von den britischen Inseln, das andere im Osten über Russland sich befand, lag eine breite Zone relativ niedrigen Luftdruckes, welche im Nordwesten die tiefsten Barometerstände zeigte. Anhaltendes starkes Fallen des Barometers während der Nacht vom 24. auf den 25. und am 25., dann Auffrischen der südwestlichen Winde über den britischen Inseln, deuteten auf die Annäherung einer tiefen Depression vom Ocean her. Am Abend des 25. war das Barometer in den letzten 12 Stunden gefallen: auf den Hebriden um 12, in Christiansund um 10, in Shields und Skudesnaes um 9^{mm}, während gleichzeitig die Gradienten über dem Nordseegebiete stark zusammengeschoben waren. Trotzdem war das Wetter im Allgemeinen noch ruhig, insbesondere an der Deutschen Küste, wo überall nur schwache südliche und südöstliche Winde wehten. Allein in Anbetracht der drohenden Gefahr wurde am 25. 9¼ Uhr Abends die ganze Küste durch das Signal „Ball“ gewarnt (siehe Signaltafel im ersten Theile dieses Handbuches pag. 353) und der Eintritt stürmischer südwestlicher Winde in Aussicht gestellt.

Beim Herannahen der Depression frischten an der Nordsee die Winde langsam, aber successive auf und erreichten am 26. Morgens einen stürmischen Charakter, stellenweise zum vollen Sturm sich steigernd. Die Wetterkarte vom 26. October 8^h a. m. weist ein Minimum mit einer Tiefe von unter 720^{mm} westlich von der norwegischen Küste nach, umgeben von dicht gedrängten Isobaren und einem Sturmfelde, welches sich über die britischen Inseln, die Nordsee und Skandinavien erstreckt. Hervorzuheben sind die ausserordentlichen Aenderungen im Luftdrucke, indem an der mittleren nor-

wegischen Küste die Abnahme desselben in 12 Stunden 20^{mm} betrug. Während über der Nordsee die Luftbewegung allenthalben stürmisch geworden war, waren über der Ostsee die südlichen Winde zwar aufgefrischt, allein einen stürmischen Charakter hatten sie noch nirgends angenommen.

Um Mittag wurde für sämmtliche Signalstellen das Signal verschärft und besonders für die Nordsee- und westliche Ostseeküste das Rechtsdrehen der Winde nach Nordwest durch ein eigenes Signal ausdrücklich betont.

Während das Minimum nordostwärts der norwegischen Küste entlang fortschritt, breitete sich das Sturmfeld weiter ostwärts über die Ostsee aus und drang auch südwärts bis zum Alpengebiete vor. Auf der Karte vom 26. October 8^{h} p. m. finden wir das Phänomen in voller Entwickelung dargestellt.

Ueber der Nordsee waren die Winde Abends nach West und Nordwest gedreht und hatten die Stärke eines vollen Sturmes erreicht, welcher in den einzelnen Böen eine ausserordentliche Heftigkeit annahm. Hierdurch wurden der Deutschen Nordseeküste gewaltige Wassermassen zugeführt, so dass trotz der dove tide eine ungewöhnlich hohe Fluth zu Stande kam. Auf Sylt wurden alle Wiesenländereien unter Wasser gesetzt, und mehreres Vieh ertrank.

Beiläufig sei erwähnt, dass am 26. Abends und in der folgenden Nacht auf der Küstenstrecke von Borkum bis Friedrichsort überall Gewitter in Begleitung von Hagelfällen stattfanden. Ein Fortschreiten derselben ist nicht deutlich zu erkennen; die Zeit ihres Auftretens am Abend fällt mit der einzigen Ausnahme von Weserleuchtthurm (5^{h} 20 p. m.) auf die Zeit von 7 bis 8^{h} p. m., eine zweite Entladung erfolgte, wie es scheint, meistens um Mitternacht. Diese Gewitter kommen, wenigstens an der westdeutschen Küste, dann fast allemal vor, wenn starke oder stürmische Winde aus der südwestlichen und westlichen in die nordwestliche Richtung übergehen, und scheinen ihren Entstehungsgrund in der Einwirkung der kalten durch die nordwestlichen Winde herbeigeführten Luftmassen auf die wärmeren zu haben. Die Neigung zur Bildung von Gewittern ist deutlich durch den unruhigen Verlauf der Barometerkurven für Borkum, Keitum und Hamburg am Abend und in der Nacht ausgesprochen, während die übrigen Kurven einen ungestörten Verlauf haben.

Am Morgen des 27. lag das Minimum mit einer Tiefe von unter 715^{mm} an der mittleren norwegischen Küste, während über

den britischen Inseln die stürmische Witterung aufhörte und die Winde zurückzudrehen begannen. Dieses, sowie das sehr rasche Fallen des Barometers, welches sich im Laufe des Tages über Irland und den Hebriden einstellte, deuteten zweifellos auf das Herannahen einer neuen bedeutenden Störung vom Ocean her, und in dem Telegramm an die Küstenstrecke von Borkum bis Darsserort, welches unter Annahme zunächst abnehmender Windstärke das Sturmsignal in Signal „Ball" umwandelte, wurde ausdrücklich auf die neue, im Westen drohende Gefahr aufmerksam gemacht.

Die Wetterkarten zeigen, dass das Sturmfeld, soweit es die erste Depression betrifft, von Westen her zuerst abnimmt und dann nach Osten hin vollständig erlischt: am 27. 8^h a. m. sind die britischen Inseln, um 8^h p. m. fast die ganze Nordsee, am 28. 8^h a. m. auch die westliche Ostsee sturmfrei, während aber jetzt ein neues Sturmfeld von Westen her rasch heranschreitet.

Am 28. ist das zuerst besprochene Minimum im hohen Norden noch deutlich zu erkennen, allein ein anderes tiefes Minimum ist über der nördlichen Nordsee erschienen und hat seinen Wirkungskreis über die ganze Westhälfte Mitteleuropas ausgebreitet.

Um Mittag, als im nordwestdeutschen Küstengebiete steife südwestliche Winde wehten, wurde das Signal „Ball" in „mässiger Südweststurm rechtdrehend" für die oben genannte Küstenstrecke verwandelt, und am Nachmittage die Verlängerung des Sturmsignales für die Signalstellen der ostdeutschen Küste angeordnet.

Vom Sturme begleitet schritt das Minimum im Laufe des Tages ostwärts fort und zwar zuerst rein ostwärts, dann nach Nordosten, so dass wir dasselbe am 29. um 8^h a. m. an der finnischen Küste antreffen. Bei dieser Fortbewegung des Minimums drehten sich, ostwärts fortschreitend, die Winde aus der südwestlichen nach der nordwestlichen Richtung und erreichten an unserer ganzen Küste die Stärke eines schweren Sturms. Insbesondere unheilvoll waren die Sturmböen aus W und NW am 28. Abends für unsere Nordseeküste, indem hier, abgesehen von aussergewöhnlich hohem Wasserstande, mehrfache Schiffbrüche und Strandungen vorkamen.

Am 29. nahm die Windstärke an unserer Küste ostwärts fortschreitend langsam ab, so dass diese noch im Laufe des Tages überall sturmfrei wurde. Daher wurde um Mittag für die westliche Küstenstrecke bis Rügen Abnahme des Signals angeordnet und für den Osten keine weitere Warnung mehr gegeben, so dass also am Abend des 29. kein Signal mehr aufgezogen war. —

BAYERISCHE STAATS- BIBLIOTHEK MUENCHEN

Eine weitere unmittelbare Verwerthung des wettertelegraphischen Materials endlich ist die Publication von Wetterprognosen, hauptsächlich im Interesse des Binnenlandes. Diese Einrichtung wurde in fast allen Ländern nach Errichtung des Sturmwarnungssystemes getroffen. Die ersten Versuche dieser Art wurden im August 1863 in Frankreich gemacht, jedoch nach zwei Monaten wurden die Prognosen (Probabilités) als ständiger Zusatz zu den Publicationen schon wieder aufgegeben, und man beschränkte sich jetzt bis zum Jahre 1876 nur darauf, gelegentlich in der Witterungsübersicht Vermuthungen über das kommende Wetter einzuflechten.

In den Vereinigten Staaten dagegen stellte man die täglichen Wetterprognosen, welche am 19. Februar 1871 ihren Anfang nahmen und 3mal täglich veröffentlicht wurden, entschieden in den Vordergrund, indem man hier alle Mittel aufbot, den Prognosen eine rasche und allseitige Verbreitung zu geben und bestrebt war, allen Wünschen der Bevölkerung in ausgiebigster Weise zu entsprechen.

Die Bedürfnisse in Bezug auf die Wetterprognose, wie sie sich in den Vereinigten Staaten geltend machen, sind weit vielseitiger als in den einzelnen Staaten Europas und daher ist der Prognosendienst in Nordamerika nach verschiedenen Richtungen thätig, während man sich in den europäischen Staaten blos auf eine allgemeine Prognose beschränkt, die nur nach der Lage der Gegend, worauf sie sich bezieht, unter Umständen modificirt wird. Ausser Sturmwarnungen und Wetterprognosen im Interesse der Landwirthschaft werden in Nordamerika noch Frostwarnungen nach den Plantagen in Louisiana im Interesse der Zuckerpflanzungen (36–48 Stunden voraus), ebenso nach Texas für die Baumwollenpflanzungen, nach Florida für die Orangeculturen ausgegeben; ein anderes Warnungssystem bezieht sich auf die für die südwestlichen Distrikte und Texas so gefährlichen „Northers", die in Zusammenhang stehen mit den barometrischen Maxima, welche im äussersten Nordwesten zuerst sich zeigen (die Warnungen gelten für die kommenden 12—20 Stunden und werden durch Vermittlung der Eisenbahnverwaltungen rasch und allseitig verbreitet); ausserdem erhalten die Anwohner der Flüsse Warnungen über das Fallen und Steigen derselben, sowie über drohende Ueberschwemmungen.

Auf Grundlage der dreimal täglich einlaufenden Wetterdepeschen, welche, wie bereits oben erwähnt, in je 7 Arbeitswetterkarten verarbeitet werden, werden die „Synopsis and indications" aufgestellt; die Ausgabe erfolgt dreimal an jedem Tage[35]). Diese

Prognosen beziehen sich auf den Zustand des Wetters, die vorherrschenden Winde, die Temperatur und die Luftdruckänderungen, welche in den folgenden 24 Stunden (in letzter Zeit 32 Stunden) zu erwarten sind. Ausserdem enthalten diese „Indications“ noch Angaben über das wahrscheinliche Fallen oder Steigen der Flüsse und eventuell auch Sturmwarnungen. Zum Zwecke der Wetterprognose ist das ganze Gebiet in mehrere klimatische Distrikte eingetheilt, welche wir durch nachstehendes Kärtchen veranschaulichen.

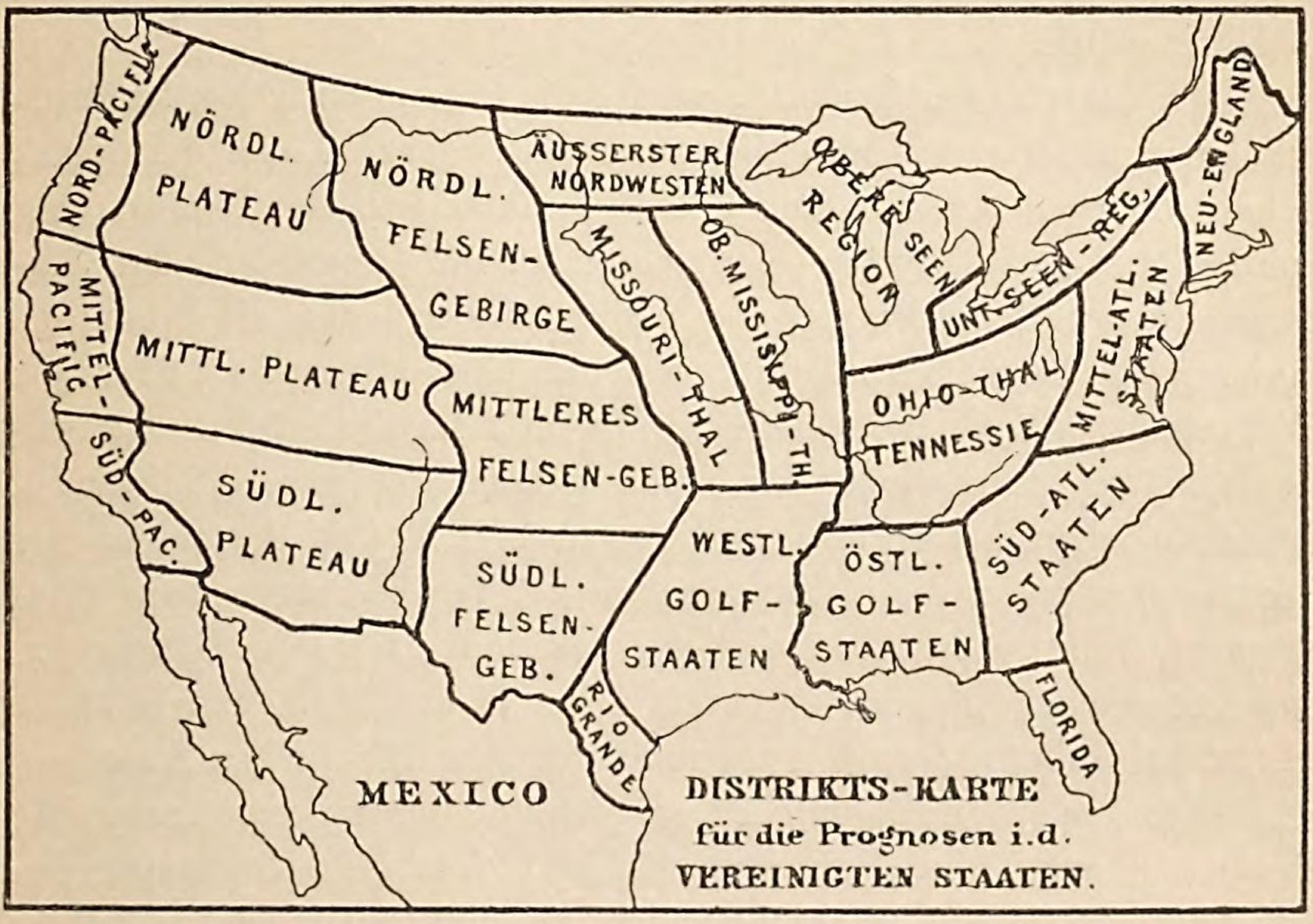


Fig. 4.

Im Durchschnitte ist jeder Theil fast so gross wie Deutschland und also die Localisirung der Prognosen trotz der grossen Liste geringer als in Deutschland, welches noch nach nordwestlichen, südlichen und östlichen Gebietstheilen getrennt wird. Die Wetterprognosen werden seit der Organisation des Systems (1870) ununterbrochen 3mal täglich veröffentlicht und haben einen beständigen Platz in den Tageszeitungen.

Ausser dem allgemeinen Bulletin wird noch ein Specialbericht täglich herausgegeben und durch die Presse verbreitet, welcher, wenn es angeht, von einer Prognose begleitet ist, die für die nächsten 40 oder 48 Stunden aufgestellt ist, und sich auf die Gegenden östlich vom Mississippi bezieht. Diese Berichte sind eingehender als die der Synopsis und enthalten Mittheilungen hauptsächlich

über heftige Stürme, extreme Temperaturen, über hereinbrechende Fröste, heftige Regen etc. Diese Mittheilungen sind insbesondere im Spätherbst und im Winter sehr wichtig, wenn die Kältewellen (cold waves) zuerst im Nordwesten erscheinen und sich nach und nach der atlantischen Küste zuwenden, indem von ihrer Annäherung die dichter bewohnten Gegenden noch rechtzeitig vorher unterrichtet werden können. Diese Einrichtung erscheint von grosser Bedeutung und würde insbesondere dann von grossem Erfolge sein, wenn das wettertelegraphische Netz weiter nach Nordwesten ausgedehnt würde.

Wie bereits oben bemerkt, werden die Prognosen in Nordamerika ungemein rasch und allseitig durch das ganze Land verbreitet. Schon innerhalb einer Stunde und 40 Minuten nach der Beobachtung werden durch das System der „Circuits“ die Prognosen den Zeitungen übermittelt. Eine grosse Verbreitung erhalten die Prognosen durch das „Farmers Bulletin“, welches eine „Synopsis“ über die Witterungszustände der Vereinigten Staaten für die letzten 24 Stunden und die „Indications“ für die folgenden 24 (jetzt 32) Stunden enthalten. Um 1 Uhr nach Mitternacht täglich (mit Ausnahme der Sonntage) werden diese Bulletins an 18 Vertheilungscentren telegraphirt, von wo aus sie sofort gedruckt und nach allen Richtungen zur Versendung gebracht werden. Im Jahre 1882 kamen 8094 „Farmers' Bulletins“ zur Vertheilung und zum öffentlichen Anschlag.

Eine andere nicht minder ausgiebige Verbreitung finden die Prognosen durch die „Railway Bulletins“. 50 Eisenbahncompagnien mit 2306 Stationen erhalten täglich die um 1 Uhr nach Mitternacht vom Centralamte in Washington ausgegebenen Synopsis und Indications und bringen dieselben an allen Stationen der Eisenbahnlinie zum öffentlichen Anschlag im Interesse des reisenden Publikums und der anwohnenden Bevölkerung. Diese Einrichtung erfreut sich in Nordamerika einer grossen Beliebtheit.

In neuester Zeit werden auf den Eisenbahnzügen für einige Staaten (Ohio, Tennessee, Alabama) Wettersignale gegeben und zwar durch je 2 von 6 Symbolen, Farbe: roth für Temperatur, blau für Regen; Form: Sonne für steigend resp. viel, Stern für stationär resp. stellenweise, Mond für sinkend resp. trocken.

Die Frostwarnungen werden telegraphisch übermittelt nach New Orleans, wo sie in den Zeitungen veröffentlicht werden, nach den Zuckerplantagen und den Baumwollenpflanzungen (Galveston), nach den Orangeculturen (Jacksonville, Florida) und nach verschie-

denen anderen Verbreitungscentren. Diese Warnungen beziehen sich auf die folgenden 36—48 Stunden, während die oben erwähnten Warnungen vor den Northers nur für die folgenden 12—20 Stunden gelten.

Seit dem Jahre 1876 wurden in Frankreich kurze Wetterberichte mit Prognosen an eine Anzahl Gemeinden befördert (zunächst an die Departements Puy de Dôme, Allier und Vienne), ein System, welches sich rasch über ganz Frankreich ausdehnte, als die gebührenfreie Beförderung der Prognosendepeschen vom Telegraphenamte zugesagt war, so zwar, dass am 31. Mai 1878 bereits 1560 Gemeinden mit Prognosen telegraphisch versorgt wurden. Als Bedingung für den Bezug der Prognosen hatte die betreffende Gemeinde für eine Person zu sorgen, welche die Telegramme täglich empfing und ausstellte und ausserdem hatte sie einige einfache meteorologische Instrumente (Aneroid etc.) auf eigene Kosten öffentlich aufzustellen. Seit 1879 wurde eine gegen den Privatverkehr reducirte Taxe eingeführt und auf die Prognosendepeschen Abonnements auf das Jahr und die Sommersaison eingeführt. Früher war Frankreich für das „Service agricole“ in 5 Regionen eingetheilt: N, W, Centrales Gebiet, SW und SE; gegenwärtig wird das Gebiet nach 8 Distrikten geschieden: NW, N, NE, W, Centrales Gebiet, E, SW und S, und werden für jeden dieser Theile Prognosen gestellt[36]).

Der Prognosendienst in Deutschland, Oesterreich, Italien und den übrigen Hauptstaaten wurde bereits im I. Theile dieses Handbuches (pag. 339 ff.) der Hauptsache nach besprochen, wesshalb hierauf verwiesen wird.

Zum Schlusse dieses Abschnittes gebe ich noch eine Zusammenstellung von Prognosen, wie sie in den mir vorliegenden Bulletins der verschiedenen Systeme unmittelbar publicirt werden. Diese beziehen sich fast alle auf den 13. August 1885, beruhen also auf dem Depeschenmaterial vom 12. August. Für die Vereinigten Staaten und für einige andere Länder lagen mir die Wetterberichte von diesem Tage nicht vor und ich musste desshalb diejenigen von anderen Tagen nehmen*). Zur Beurtheilung der Wetterlage am 12. August gebe ich nachstehend die Wetterkarte für 8 resp. 7^h a. m. dieses Tages. Die der Wetterkarte eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Temperatur in ganzen Graden Celsius. Die Wetterkarte vom 13. August lässt annähernd erkennen, von welchem Erfolge die einzelnen Prognosen begleitet waren.

*) Wenn nichts weiter bemerkt ist, bezieht sich die Prognose auf den 13. August 1885.

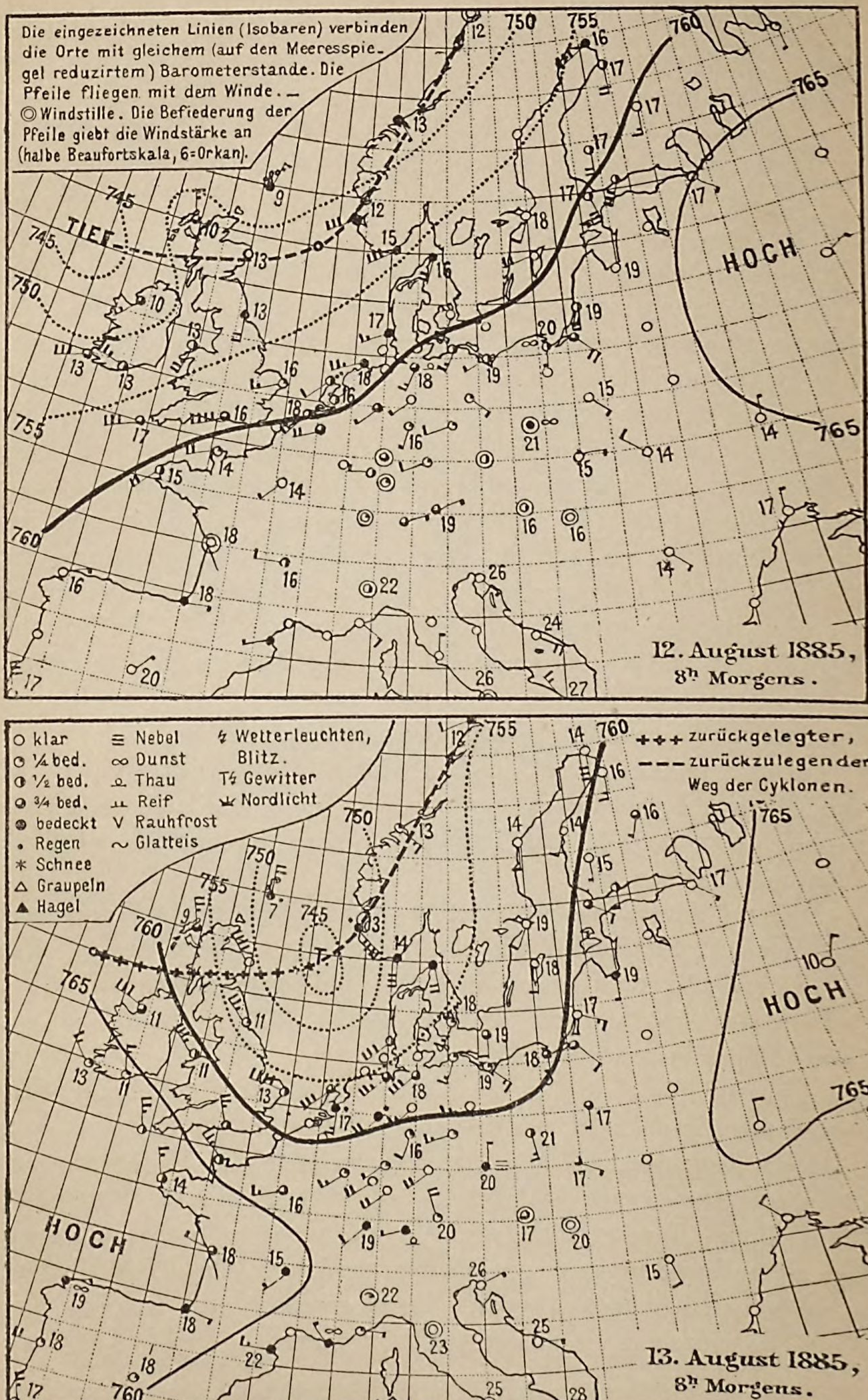

Die eingezeichneten Linien (Isobaren) verbinden die Orte mit gleichem (auf den Meeresspiegel reduzirtem) Barometerstande. Die Pfeile fliegen mit dem Winde. — ◎ Windstille. Die Befiederung der Pfeile giebt die Windstärke an (halbe Beaufortskala, 6=Orkan).
TIEF
HOCH
12. August 1885, 8h Morgens.
○ klar
◔ ¼ bed.
◑ ½ bed.
◕ ¾ bed.
● bedeckt
• Regen
* Schnee
△ Graupeln
▲ Hagel
≡ Nebel
∞ Dunst
Thau
Reif
V Rauhfrost
∾ Glatteis
Wetterleuchten, Blitz.
Gewitter
Nordlicht
+++ zurückgelegter,
——— zurückzulegender
Weg der Cyklonen.
HOCH
HOCH
13. August 1885, 8h Morgens.

Fig. 5a und b.

Grossbritannien: London: Meteorological Office (Daily Weather Report: Forecast for the 24 hours ending at noon on 13. August 1885 [issued at 11^h a. m. on the previous day]):

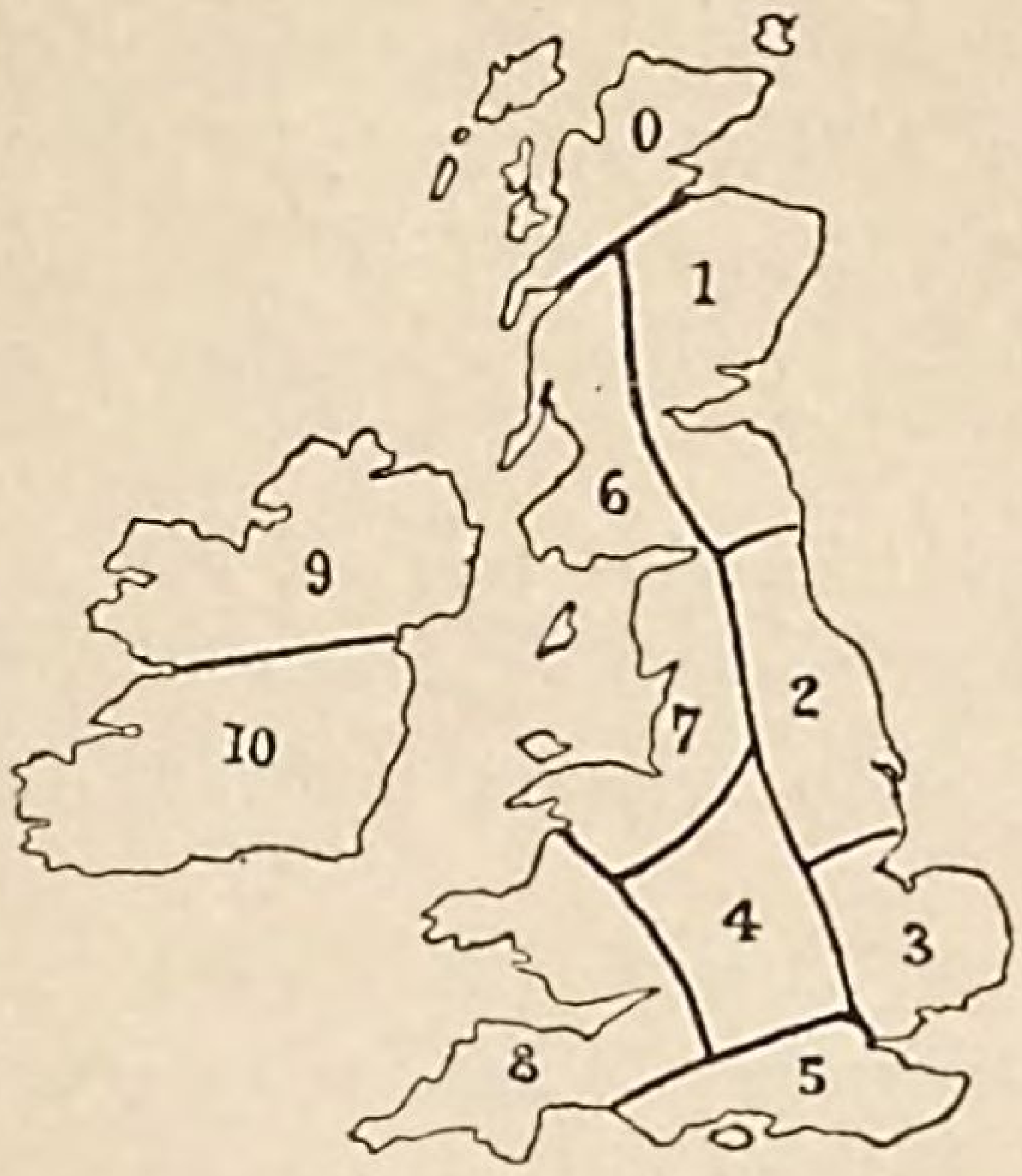


Fig. 6. Distriktskarte für Grossbritannien.

Districts.		Forecasts.
0	Scotland North	Light breezes, chiefly NE^{ly} claudy, some showers.
1	Scotland East	S^{ly} winds moderate to W^{ly} or NW^{ly} strong; unsettled, some rain.
2	England NE	dto. dto.
3	England East	Same as No. 5.
4	Midland countries	Same as No. 5.
5	England South	SW^{ly} to W^{ly} winds strong, changeable, some show.

Districts.		Forecasts.
6	Scotland West	S^{ly} Winds, fresh to W^{ly} or NW^{ly} strong, unsettled, showery.
7	England NW	dto. dto.
8	England SW	Same as No. 5.
9	Ireland North	W^{ly} and NW^{ly} Winds, fresh or strong, changeable, showery.
10	Ireland South	dto. dto.

Frankreich: Paris: Bureau central météorologique (Bulletin international): Avis transmis le 12 Août 1885 à midi:

France — Service maritime.

Nouvelle dépression Ouest-Irlande, baromètre baisse 5^{mm} Valentia, hausse 3^{mm} Manche, 1 à 2^{mm} Bretagne et Gascogne

Probable:
- Manche: Vent entre S et O, mod. à assez fort.
- Bretagne: id.
- Océan: Vent variable faible à modéré.

Méditerranée: baromètre reste uniforme vers 761^{mm} Europe, Sud et Algérie:

Probable:
- Provence: Vent variable faible à modéré.
- Algérie: id.

France — Service agricole.

Nouvelle dépression apparaît Ouest-Irlande, baromètre uniforme vers 762^{mm} France et méditerranée.

Probable:

1) Nord-Ouest: Vent d'entre S et O, ciel nuag. qq. ondées sur la côte. Hausse de temp.
2) Nord: id. id.
3) Nord-Est: Vent faible; ciel nuageux, temp. chaud.
4) Ouest: id. id.
5) Centre: id. id.
6) Est: id. id.
7) Sud-Ouest: id. id.
8) Sud: id. id.

Deutschland: a) Hamburg: Deutsche Seewarte (Wetterbericht, vgl. unten Fig. 7 a bis d, 1/2 der natürl. Grösse): Aussichten für die Witterung des 13. August in:

Nordwestdeutschland: Vorwiegend trübes, etwas kühleres Wetter mit Regenfällen und auffrischenden südwestlichen Winden.

Ostdeutschland: Vorwiegend heiteres, ziemlich warmes Wetter mit langsam auffrischenden südlichen Winden, ohne wesentliche Niederschläge.

Süddeutschland: Ziemlich warmes und heiteres Wetter mit auffrischenden südwestlichen Winden ohne wesentliche Niederschläge.

b) München: Meteorologische Centralstation (Wetterkarte und Wetterbericht):

Voraussichtliche Witterung für den 13. August 1885:

Still oder nur schwacher Wind, vorwiegend heiter, vorwiegend trocken, warm.

c) Chemnitz: Meteorologisches Institut (Wetterbericht):

Aussicht für den 13. August 1885:

Leichte Luftbewegung zwischen Süd und West, ziemlich heitere, meist trockene und warme Witterung, Gewitter jedoch wahrscheinlich.

d) Stuttgart: Meteorologische Centralstation (Wetterkarte):

Witterungsaussichten für den 13. August 1885:

Heiter, trocken, heiss.

Schweiz: Zürich: Meteorologische Centralanstalt (Wetterbericht): Keine erhebliche Aenderung im Witterungscharakter. Pas de changement notable.

Oesterreich: Wien: Centralanstalt für Meteorologie (telegraphischer Wetterbericht):

Wind und Bewölkung wechselnd, warm, Gewitterneigung.

Ungarn: Budapest*): Magyarország és környezetének idöjárásáról. Kilátás a jövö idöre: Haránkban: Kévés kivetellel, többnyire darült, meleg idöt vorhatni.

(Im Inlande: mit geringen Ausnahmen meist heiteres, warmes Wetter zu erwarten.)

Portugal: Lissabon: Observatorio do infante d. Luiz (Bolatim meteorolog.):

Tempo provavel em Lisboa no dia 13 de Agosto: Vento fresco on moderado d'entre NW e NE, ceu limpo on d'alg. nuvens.

Italien: Rom: Ufficio centrale di meteorologia (Bolletino meteorico):

*) Die Prognosen werden nicht vom Institute, sondern im Auftrage des früheren Ministers für Ackerbau und Handel von Dr. Weis aufgestellt.

Probabilità: Venti deboli e vari, cieli generalmente sereno con qualche temporale sull' Italia Superiore.

Dänemark: Kopenhagen: Meteorologisk Institut, Vejrkaart for d. 11. August: „Udsigt til Vinde omkring Sydvest med ustadigt og noget köligere Vejr.“

Niederlande: Utrecht resp. Amsterdam: Koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut. Weerbericht van d. 3. November 1885 Verwachting: „Suid-Westelyke Wind.“

Schweden: Stockholm: Väderleken i Norra Europa. Synoptisk Karta. 28. August 1885, Utsigter: Vinden mellan N och W, ostadigt väder möjligen klarare i vester.

Vereinigte Staaten: Washington: Signal Office (War Department Weather Map, vergl. unten Fig. 8, $^1/_5$ der natürl. Grösse)*):

Washington City, Wednesday, September 9, 1885—7 A. M.

Synopsis for the past twenty-four hours.

The barometer is lowest in the lake regions, with a storm-centre central over Lake Huron moving eastward. Rain has fallen in New England, the northern portion of the middle Atlantic states, in the Ohio valley, and the northern portion of the upper Mississippi valley, and heavy rains in the lake regions. The winds are southwesterly in the Atlantic and Gulf states, and northwesterly in the northwest, with frequent southwesterly gales in the lake regions. The temperature has risen in the Atlantic states, and fallen in the Mississippi valley.

The rivers have remained nearly stationary.

Indications for thirty-two hours.

For New England: cloudy weather and rain; brisk and high southwesterly winds; higher temperature; lower barometer.

For the middle Atlantic states: cloudy weather and rain, except in extreme southern portion generally fair weather; high southwesterly winds; higher, followed by a slight fall in, temperature.

For the south Atlantic states: generally fair weather; southwesterly winds, being high on the Carolina coast; higher temperature, followed by lower temperature in the interior.

For the east Gulf states: generally fair weather, except local rains on the coast; southwest to northwest winds; nearly stationary temperature.

For the west Gulf states: generally fair weather; southerly winds in southern portion, northwesterly winds in northern portion; nearly stationary temperature.

For the Ohio valley and Tennessee: occasional local rains, except in

*) Die dem Originale eingeschriebenen Zahlen für Temperatur, Luftdruck und Windgeschwindigkeit sind in unserer Karte weggelassen.

the southwest portion clearing and fair weather; cooler southwest to northwest winds; higher barometer.

For the lower lake region: cloudy weather and rain; high westerly winds; slightly cooler; higher barometer.

For the upper lake region: cloudy weather and rain; followed by clearing weather in west portion; brisk and high southwest, veering to northwest, winds; slightly cooler; higher barometer.

For the upper Mississippi valley: slightly cooler, clearing and fair weather; northwesterly winds; higher barometer.

For the Missoury valley: continued cool, northwesterly winds; generally fair weather.

Rivers. — The rivers will generally rise.

Signals. — Cautionary signals continue at stations on the Atlantic coast from Hatteras to Eastport, and at all lake stations, except Duluth.

Australien: Weather-chart of the Melbourne-Argus 6. Oktober 1885 9^h a. m. Forecast at 3^h p. m.: South — Unsettled weather, with strong W and south-westerly winds. North — Unsettled weather with strong W and south-westerly winds" (gilt für die nächsten 24 Stunden). Die unter Fig. 9 (1 : 2½ der natürl. Grösse) wiedergegebene Wetterkarte ist diejenige, welche von Adelaide durch Anschlag veröffentlicht wird.

Japan: Tokio: „Imperial Meteorological Observatory, Weather Map" 25. October 1885, Indications 6^h a. m. Kioto-Time: NW^{ly} winds; clearing; rain on the NW-coast. 2^h p. m.: SW^{ly} winds, fair; some rain on the NW. 9^h p. m.: N to W^{ly} winds; generaly fair to fine (vergl. unten Fig. 10). —

Ausser dieser mittelbaren und unmittelbaren Verwendung des wettertelegraphischen Materiales giebt es endlich noch eine Verwerthung desselben, die nicht minder wichtig zu sein scheint, nämlich diejenige zur Bereicherung unserer Erkenntnisse des causalen Zusammenhanges der atmosphärischen Erscheinungen und, hiermit im nahen Zusammenhange, zur Verbesserung der Grundlage der ausübenden Witterungskunde. Von einigen Seiten hat man zwar behauptet, dass das durch die telegraphische Transmission theilweise unsichere wettertelegraphische Material zum wissenschaftlichen Studium der Witterungserscheinungen und zum Ausbau der ausübenden Witterungskunde nicht nothwendig sei, und dass hierfür ein Ersatz durch die nachher publicirten Beobachtungen gegeben sei, um so mehr, als dieses Material weitaus reichhaltiger und zuverlässiger sei. Indessen muss zugestanden werden, dass bei der Errichtung vieler wettertelegraphischer Systeme die Vervollkommnung

Jahrgang XI. DEUTSCHE SEEWARTE. 1886, N° 6.

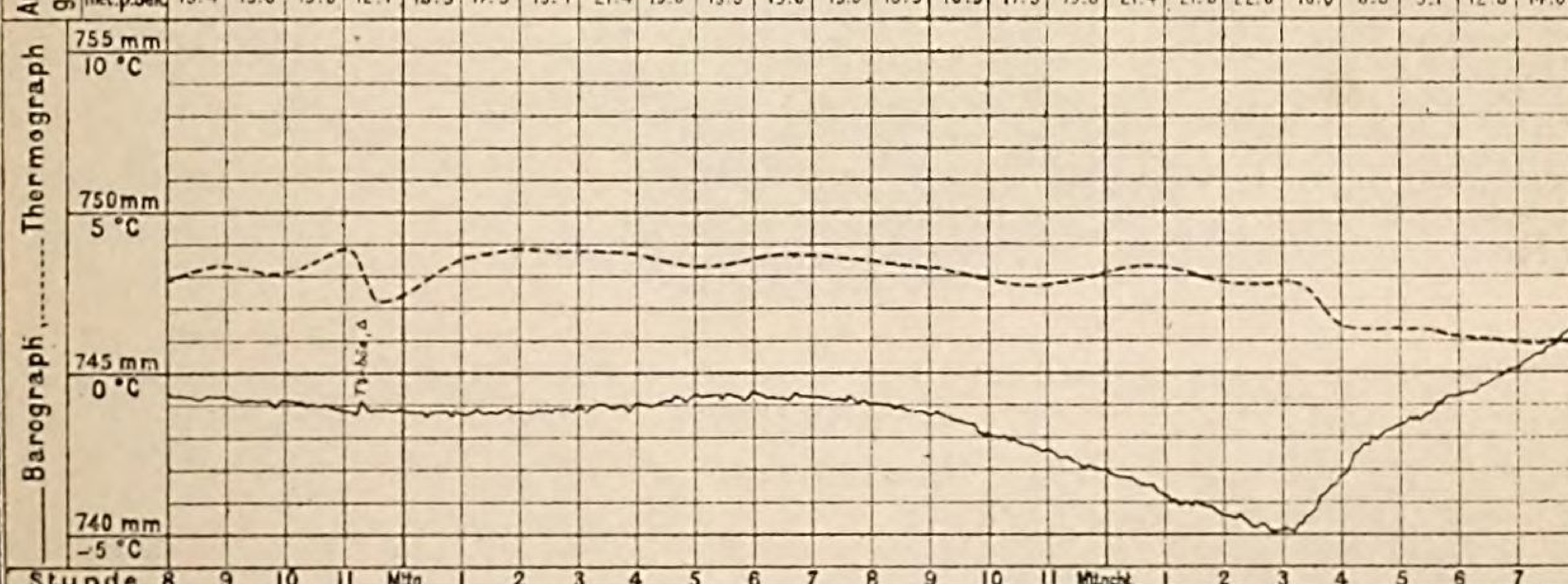
Tabellarischer Wetterbericht von Mittwoch, dem 6ten Januar.

	gestern Abend					Stationen des Inlandes	heute 8 Uhr Morgens									letzte 24 Std.			Bemerkungen (wo keine Zeitangabe, auf heute 8h a.m. bezüglich)
	Zeit	Barometer mm	Thermometer °C	Wind rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter		Barometer mm	Thermometer °C Stand	Thermometer °C Abweich. v. Mittel	Relative Feuchtigk. %	Wind rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter	Vorherrsch. Himmelsans.	Zug d. oberen Wolken	Seegang 0-9	Niederschl. mm	Temp.-Extr. Max.	Temp.-Extr. Min.	
Ostsee	8	742.6	3.0	WSW 5	4	Memel	744.1	2.1	+5.7	75	SW 6	4	5		6	2	3	0	Nchl. • u. *
	8	45.5	2.0	WSW 6	2	Neufahrwasser	44.6	1.2	+2.7	78	SSW 5	3	5			0	5	0	Nchl. etwas *
	8	45.0	1.8	WSW 6	3	Rügenwaldermünde	42.5	1.3	—	89	SW 7	4	4		6	0	3	-0	* bröckeln.
	8	46.0	2.5	SW 7	2	Swinemünde	44.4	0.3	+2.4	87	W 7	2	5			0	3	-0	veränderl. Nchl. stürmisch
	8	43.7	2.3	SW 6	4	Wustrow	43.9	1.6	+2.8	75	W 5	0	0		—	2	5	-1	
	8	44.0	1.6	SW 4	≡	Kiel	46.6	−0.4	−0.3	83	W 7	0	5		—	*	3	-1	* - und • böen.
Nordsee	8	745.1	2.8	WSW 8	4	Hamburg	749.1	0.8	+1.7	89	WSW 7	4	5		—	1	5	0	Nchl. u. früh * böen.
	6	44.8	2.8	W 7	*	Cuxhaven	49.4	2.2	—	91	WNW 5	2	—	WNW	4	9	—	—	Cir - •, Streifg. E.
	8	41.2	1.6	WSW 6	4	Keitum auf Sylt	45.9	1.4	+2.0	76	WNW 7	4	8		—	3	3	-1	stürm. * - und • böen
	—	—	—	—	—	Helgoland	—	—	—	—	NNW 6	*	—	—	5	—	—	—	
	8	44.9	2.3	SW 6	0	Wilhelmshaven	50.2	0.6	−0.1	85	W 4	3	6		—	*	4	0	Nchl. Sturm, •, Δ, ?, Abd. 4.
	8	43.8	2.6	WSW 8	4	Borkum	51.5	1.0	+0.4	87	NW 7	4	5		6	*	5	0	Abd. • - u. Sturmböen
Nord- u. Mitteldeutschland	8	749.9	1.0	W 3	0	Münster	753.3	0.5	0.0	83	W 2	1	1	W	—	1	6	0	Cir - c
	8	52.2	2.2	SW 5	1	Kassel	53.7	1.4	+2.3	96	W 7	3	4		—	2	5	1	Nchl. • - und * böen.
	8	49.4	2.6	WSW 8	0	Hannover	51.0	1.4	+1.7	—	W 8	2	—		—	—	—	—	
	8	50.0	2.5	W 5	0	Magdeburg	50.5	1.7	—	71	W 7	2	5		—	2	6	1	Nchl *
	8	54.3	2.2	WNW 3	0	Chemnitz	55.6	−0.2	+0.6	98	WNW 5	*	—		—	*	—	—	*¹ von jetzt an.
	8	50.2	2.6	W 5	4	Berlin	49.7	0.7	+2.1	87	WNW 7	*	6		—	—	6	1	
	8	50.8	1.6	W 4	1	Grünberg	49.1	2.6	—	89	W 5	≡	7		—	5	6	1	Vm. •, Nm. *.
	8	53.1	3.4	W 5	0	Breslau	52.4	2.7	+5.7	67	SSW 6	3	4		—	—	8	1	
	9	44.7	2.1	W 6	4	Königsberg	45.2	1.2	+5.4	—	W 3	1	—		—	—	—	—	
Süddeutschland	8	761.6	5.7	SW 4	1	Altkirch	762.0	3.8	—	87	SW 4	•	8		—	4	9	3	
	8	57.4	2.9	W 4	3	Kaiserslautern	57.5	2.6	—	87	W 3	•	5		—	2	6	2	3a Δ und *
	10	55.8	3.2	W 5	•	Wiesbaden	56.7	4.0	+5.2	84	SW 4	4	5		—	3	8	1	Nchl. starker Wind und •.
	9	58.4	3.9	SW 5	0	Karlsruhe	58.5	4.0	+5.0	71	SW 7	4	5		—	7	6	3	
	9	60.6	4.2	SW 5	4	Friedrichshafen	61.0	3.4	+5.2	73	SW 1	4	5		—	1	6	2	Gebirgsföhn.
	8	55.5	2.5	W 2	0	Bamberg	56.1	2.5	+4.9	84	W 6	3	6		—	3	7	0	Nchl. •
	8	58.1	2.1	W 3	•	München	59.6	2.2	+6.2	65	W 5	4	—		—	1	7	1	

Aufzeichnungen der Registrirapparate zu Hamburg seit gestern 8 Uhr Morgens.

Stunde	9	10	11	Mttg.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Mitnacht	1	2	3	4	5	6	7
Anemograph Richtung	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	WNW	NW	W	W	W

Anemograph Met. p. Sek.	13.4	13.8	13.6	12.1	18.5	17.3	19.4	21.4	19.8	19.3	19.6	15.8	18.5	16.3	17.5	19.8	21.4	21.8	22.6	16.0	8.8	9.1	12.8	14.0



Wetterbericht von heute 2 Uhr Nachmittags.

Stationen	Barometer mm	Thermometer °C	Relative Feuchtigk. %	Wind, rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter	Vorherrsch. Himmelsans.	Zug d. oberen Wolken	Bemerkungen
Memel	741.9	−0.6	98	SSW 6	*	6		Seegang 6 * böen.
Neufahrwass.	45.3	1.4	67	W 6	2	5		Vm. * böen.
Swinemünde	47.9	−1.4	100	W 8	*	6		anhaltd. •², *² u. Δ² böen
Kiel	50.7	−0.8	94	W 4	0	0		Vm. *.
Hamburg	752.2	0.8	87	W 6	3	4	W	Mttg. Cirr.
Keitum	50.8	0.6	75	NNW 6	1	4		
Helgoland	—	—	—	NW 7	1	—	—	Seeg. 6.
Borkum	53.2	1.6	64	NNE 3	1	5		" 5.
Kassel	754.0	1.3	98	SW 1	4	?		3a Tb mit * stürmisch.
Chemnitz	56.1	0.6	87	WSW 4	*	8		
Breslau	54.2	2.6	58	W 6	1	4		Vm. etwas *.

Stationen	Barometer mm	Thermometer °C	Relative Feuchtigk. %	Wind, rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter	Bemerkungen
Kaiserslaut.	754.6	4.2	82	SW 4	4	
München	57.5	4.3	54	W 4	1	Cir-Schleier aus W
Wien	59.6	5.8	52	still	3	
Utrecht	752.7	1.7	98	SW 1	4	
Stornoway	61.5	2.8	—	WNW 3	1	
Shields	57.4	2.2	—	N 2	2	
Valentia	59.2	2.8	—	NNE 5	2	
Petersburg (1h)	740.7	0.1	—	S 1	4	
Haparanda	48.2	−25.4	—	NE 4	4	
Stockholm	39.6	−6.6	—	N 8	*	
Skudesnäs	52.2	−3.2	61.	NNW 2	3	Seeg. 3.

Anmerkung: Die Barographenkurve ist nicht auf das Meeresniveau reduzirt. Zur Ausführung dieser Reduktion sind 2.4 mm hinzuzufügen.

Fig. 7a. 1:2 der natürlichen Grösse.

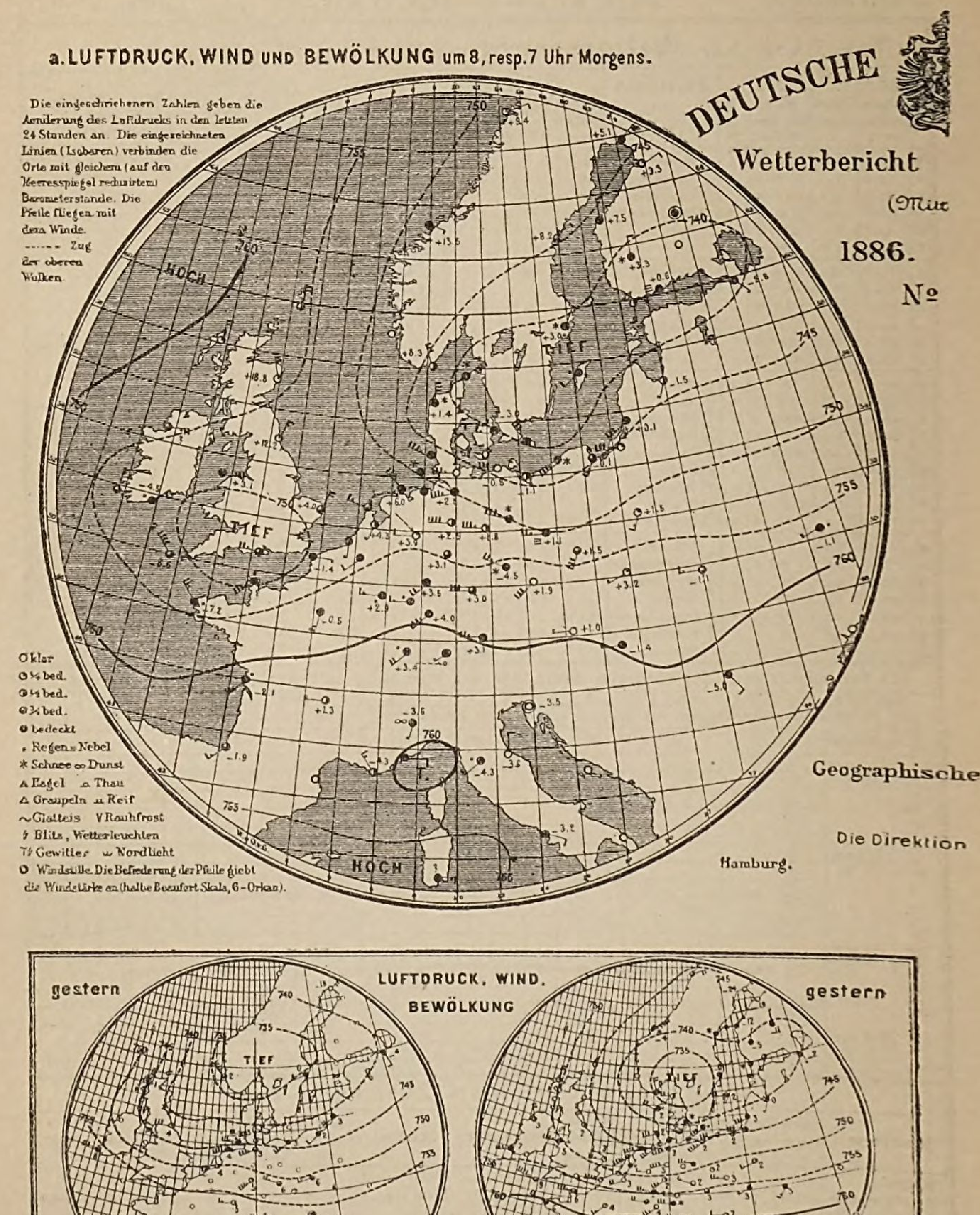
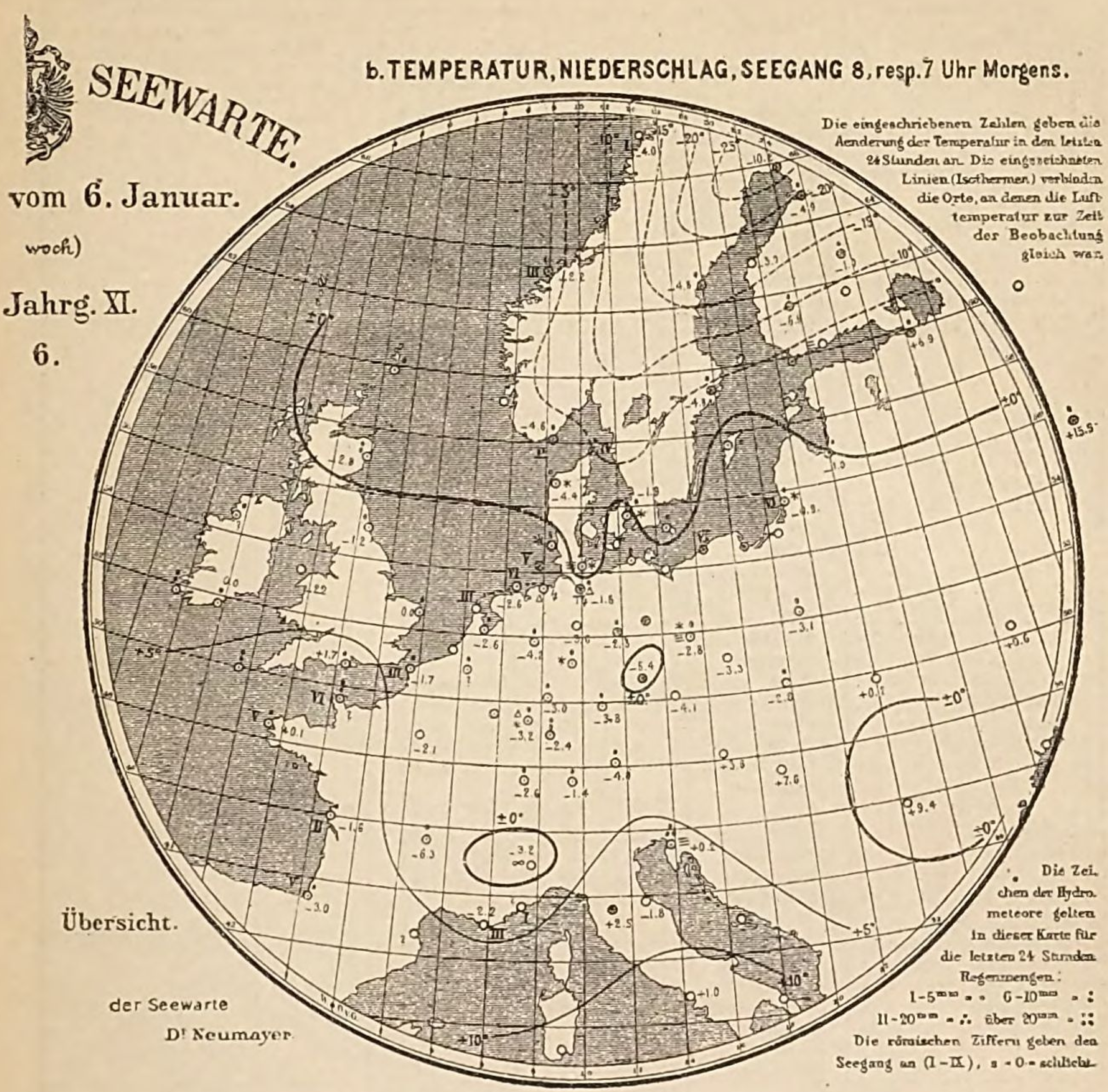


Fig. 7b. 1 : 2 der natürlichen Grösse.



Allgemeine Uebersicht der Witterung am 6ten Januar, 8(7) Uhr Morgens.

In einer breiten Zone niederen Luftdrucks, die sich von den Britischen Inseln ostnord-ostwärts über das Nord- und Ostseegebiet nach Nordwest-Rußland erstreckt, liegen zwei barometrische Minima, eines bei Wisby und ein anderes über England. Unter dem Einflus-se des ersteren herrscht an der deutschen Küste, vielfach auch im Binnenlande, starke bis stürmische Luftbewegung, im Westen aus nordwestlicher, im Osten aus südwestlicher Rich-tung. Das Wetter ist über Zentraleuropa kälter, unbeständig und regnerisch. In Deutsch-land liegt die Temperatur noch erheblich über der Normalen.

Aussichten für die Witterung des 7. Januar in:

Nordwestdeutschland: Kälteres Wetter mit veränderlicher Bewölkung und abnehmender Windstärke. Keine oder geringe Niederschläge.

Ostdeutschland: Kälteres, etwas aufklarendes Wetter mit abnehmender Windstärke. Etwas Schnee.

Süddeutschland: Kälteres, etwas trübes Wetter mit Schneefällen und schwacher Luftbewegung.

Abth. III. Dr. J. van Bebber.

Lith. u. Druck der Seewarte.

preis inklusive portofreier täglicher Zusendung M 15.– Man abonnirt ausschliesslich bei allen Postämtern (Nr 5697 der Zeitungspreisliste).

Fig. 7c. 1:2 der natürlichen Grösse.

6. Januar. 1886. № 6.

gestern Abend					Stationen des Auslandes		heute Morgen							letzte 24 Std.			Bemerkungen (wo keine Zeitangabe, auf heute 8 resp. 7h a.m. bezüglich)
Zeit	Barometer mm	Thermometer °C	Wind, rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter			Zeit	Barometer mm	Thermometer °C	Relative Feuchtigk. %	Wind, rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter	Seegang 0-9	Niederschl. mm	Temp-Extr. Max.	Temp-Extr. Min.	
—	—	—	—	—	Grossbritannien	Sumburgh-Hd	8	755.1	-1.1	78	N 4	3	—	1	—	—	
6	751.8	-0.6	N 4	1		Stornoway	8	58.2	0.0	100	N 3	1	—	2	—	—	
—	—	—	—	—		Aberdeen	8	55.9	-1.1	78	NNW 4	1	—	7	—	—	
6	46.7	2.2	NW 4	2		Shields	8	54.6	1.1	79	NNE 3	1	—	1	—	—	
6	51.8	2.8	NNW 4	3		Mullaghmore	8	56.4	1.7	69	ENE 5	3	—	3	—	—	
6	50.8	5.0	W 7	3		Holyhead	8	53.1	1.7	69	ENE 5	4	—	0	—	—	
—	—	—	—	—		Rochespoint	8	51.6	2.2	91	NE 4	•	—	5	—	—	
6	54.4	7.2	WSW 6	4		Valentia	8	52.1	3.3	92	N 5	3	—	7	—	—	
6	48.3	2.8	W 5	4		Yarmouth	8	53.3	1.7	90	NNE 4	3	—	1	—	—	
6	53.9	8.9	WNW 8	3		Scilly	8	50.6	7.2	61	NW 8	3	—	6	—	—	
—	—	—	—	—		Hurst Castle	8	48.5	6.1	100	W 5	3	—	7	—	—	
8	734.6	0.2	NNW 4	4	Norwegen	Oxö	8	744.5	-3.4	56	NNW 6	2	2	2	1	-5	
8						Skudesnäs	8										
8	41.4	-4.0	NE 8	*		Kristiansund	8	48.1	-4.0	77	ESE 1	4	3	4	-3	-7	
8	43.4	-13.2	ENE 4	3		Bodö	8	48.5	-14.4	66	ENE 2	1	1	0	-10	-15	
9	734.4	0.6	W 4	2	Dänemark	Skagen	8	737.0	-5.0	90	NE 8	*	4	5	1	-4?	
9	35.7	1.9	WNW 4	•		Vestervig	8	42.9	-2.2	94	N 6	*	—	5	2	-4	
9	40.2	1.6	SW 3	*		Kopenhagen	8	39.0	0.3	59	W 3	3	—	0	3	0	
9	42.0	2.1	SW 6	•		Bornholm	8	39.6	-0.4	83	NW 6	4	—	3	4	-0	
9	753.4	3.2	WSW 4	0	Holl. u. Belg.	Brüssel	8	754.4	3.0	90	SW 2	4	—	1	10	3	
—	—	—	—	—		Arlon	8	—	1.3	—	W 3	•	—	—	—	—	
10	49.1	2.7	SW 3	•		Utrecht	8	54.7	1.2	94	SW 1	2	—	1	4	0	
7	51.7	5.0	WSW 6	1		Vliessingen	8	54.6	3.0	90	S 1	4	—	0	8	4	
8	45.1	4.6	SW 7	3		Helder	8	52.8	3.0	74	WNW 3	3	•3	0	5	2	
6	762.1	5.6	WNW 4	4	Frankreich	St Mathieu	7	754.3	7.3	79	NW 5	•	5	5	10	4	
6	58.2	6.0	W 7	3		Cherbourg	7	49.0	7.0	100	SW 7	•	6	9	7	4	
6	59.8	4.3	SW 3	1		Paris	7	57.5	4.2	89	SSW 3	4	—	0	8	4	
6	52.3	5.0	W 8	1		Grisnez	7	51.0	2.3	100	E 1	4	3	3	7	2	
6	64.3	5.6	W 4	4		Clermont	7	63.1	0.9	80	W 1	2	—	1	9	-2	
6	65.8	8.2	WNW 3	3		Ile d'Aix	7	62.0	8.2	83	SW 5	•	2	2	11	5	
6	65.1	10.0	WSW 3	•		Biarritz	7	63.3	7.0	88	SW 3	3	5	1	12	6	
6						Perpignan	7						—				
6	63.5	7.4	WNW 4	3		Sicié	7	60.5	4.6	74	NW 3	2	3	0	12	4	
6	59.7	7.7	WSW 1	2		Nizza	7	59.9	3.8	85	E 2	3	1	0	11	3	
9	744.2	-24.5	NE 2	0	Schweden	Haparanda	8	746.7	-26.0	100	NE 4	4	—	0	—	—	
9	41.6	-13.4	NE 4	*		Hernösand	8	46.3	-16.8	90	NE 2	3	—	1	—	—	
9	36.0	-0.2	S 2	4		Stockholm	8	39.6	-4.4	86	NNE 4	*	—	2	—	—	
9	37.9	2.2	W 4	2		Wisby	8	37.7	1.4	96	SW 2	•	—	1	—	—	
9	738.2	0.3	S 2	*	Finnland	Hangö	7	739.1	-0.4	98	S 3	2	4	*	—	—	
9	37.6	0.1	SSW 2	3		Helsingfors	7	37.9	-2.2	96	SW 1	≡	—	0	—	—	
9	38.2	-5.0	NNE 1	4		Tammerfors	7	39.7	-9.0	94	N 2	*	—	4	—	—	
9	49.9?	-12.3	NE 1	4		Nikolaistadt	7	42.7	-17.0	84	N 3	4	—	0	—	—	
9	38.7	-11.2	N 1	4		Kuopio	7	40.1	-13.6	100	still	4	—	2	—	—	
9						St Michel	7						—		—	—	
9	43.1	-19.0	ENE 1	0		Uleåborg	7	44.8	-19.9	?	ENE 2	1	—	2	—	—	
9	750.7	-25.2	ENE 1	4	Russland	Archangelsk	7	746.9	-22.2	80	ESE 2	4	—	0	—	—	
9						Wologda	7						—		—	—	
9	40.0	-1.5	SSE 1	4		Petersburg	7	39.4	-2.0	96	SSE 1	4	—	2	—	—	
9	47.4	-4.4	S 1	*		Moskau	7	47.1	1.5	93	SSW 1	4	—	5	—	—	
9	41.0	0.5	SSW 1	3		Riga	7	41.4	0.0	94	SSW 1	2	—	1	—	—	
9	50.8	2.2	WSW 3	2		Warschau	7	51.4	0.3	83	SSW 3	1	—	2	—	—	
9	55.2	2.2	WSW 1	1		Kiew	7	55.9	0.7	90	WSW 1	•	—	0	—	—	
9						Odessa	7						—		—	—	
9	60.8	0.6	SW 1	4		Charkow	7	59.7	1.6	85	SW 2	4	—	0	—	—	
9	757.3	6.8	W 2	1	Österreich	Wien	7	759.6	3.8	64	W 1	0	—	0	9	2	
9	55.6	3.2	W 4	3		Prag	7	55.4	2.6	75	SW 6	0	—	0	—	—	
9	55.2	3.4	WSW 1	4		Krakau	7	57.6	2.6	67	WSW 1	1	—	1	8	2	
9	55.2	3.3	SW 3	4		Lemberg	7	56.7	1.4	89	W 3	3	—	0	4	1	
9	58.5	-1.1	still	4		Pest	7	59.9	4.0	70	W 1	4	—	0	4	-2	
9	61.6	-4.8	S 1	3		Hermannstadt	7	61.2	-1.8	?	SSE 2	4	—	0	-1	-5	
9	61.3	6.8	still	≡		Triest	7	61.0	6.2	97	still	0	—	11	8	5	
9						Lesina	7						—				
—	—	—	—	—	Italien	Moncalieri	8	760.6	-1.0	—	SSW 1	∞	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Florenz	8	60.4	8.5	—	SW 2	•	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Pesaro	8	60.8	6.1	—	N 2	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Cagliari	8	68.4	11.0	—	E 3	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Neapel	8	64.3	11.0	—	ESE 2	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Brindisi	8			—			—	—	—	—	
7	724.4	3.0	SW 1	4		Friedrichshafen	1	—	—	—	—	—		413 Met. Seehöhe	Höhen-Stat.		
Uhr	684.1	1.0	W 4	4		Trogen	Uhr	682.6	2.0	—	W 1	0		876	(Bar. nicht auf		
Mg.	557.8	-10.6	W 8	≡		Säntis	Nm.	557.2	-9.1	—	W 6	1		2467	Meeresniv. red.)		

Anmerkung: Der Barometerstand sämmtlicher Stationen des Inlandes und des Auslandes (ausschl. Höhen-Stat.) ist auf 0°C. und Meeresniveau reduzirt.

Fig. 7d. 1 : 2 der natürlichen Grösse.

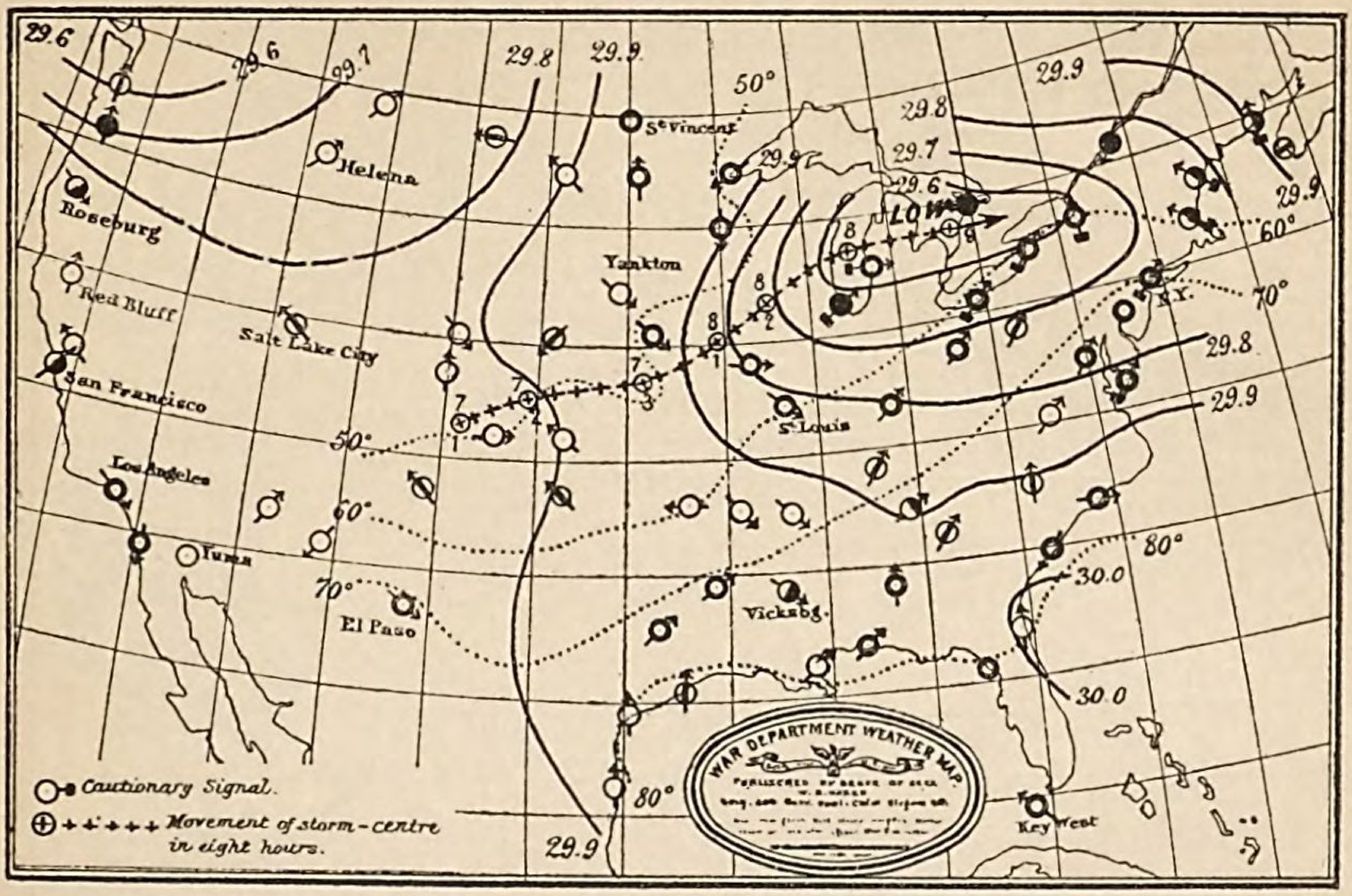


Fig. 8. Wetterkarte des Signal Office vom 9. September 1885 7h a. m. 1 : 5 der nat. Grösse.

Weather Map of AUSTRALASIA at 9 a.m. 2. AUGT. 1882.

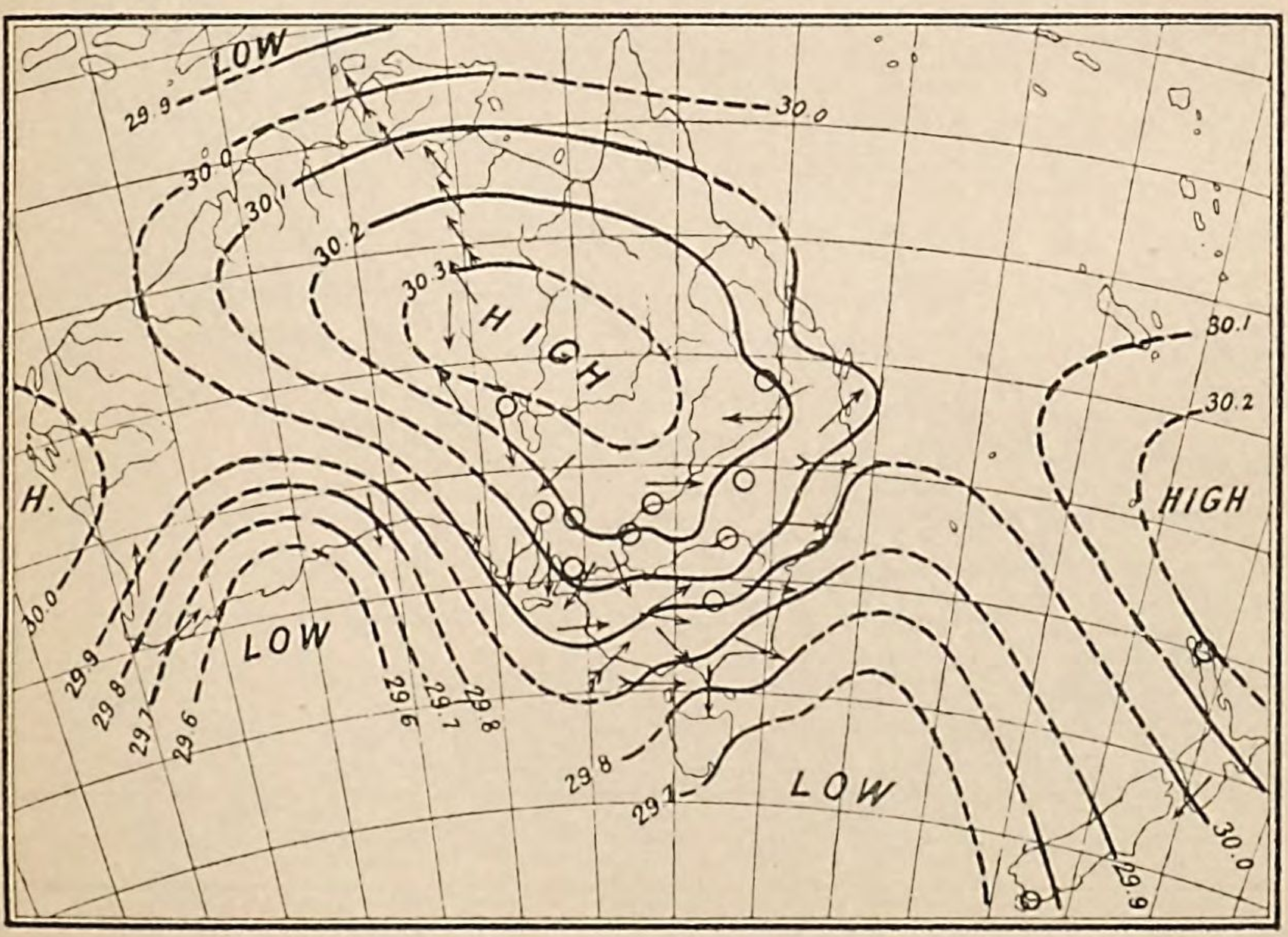


Fig. 9.

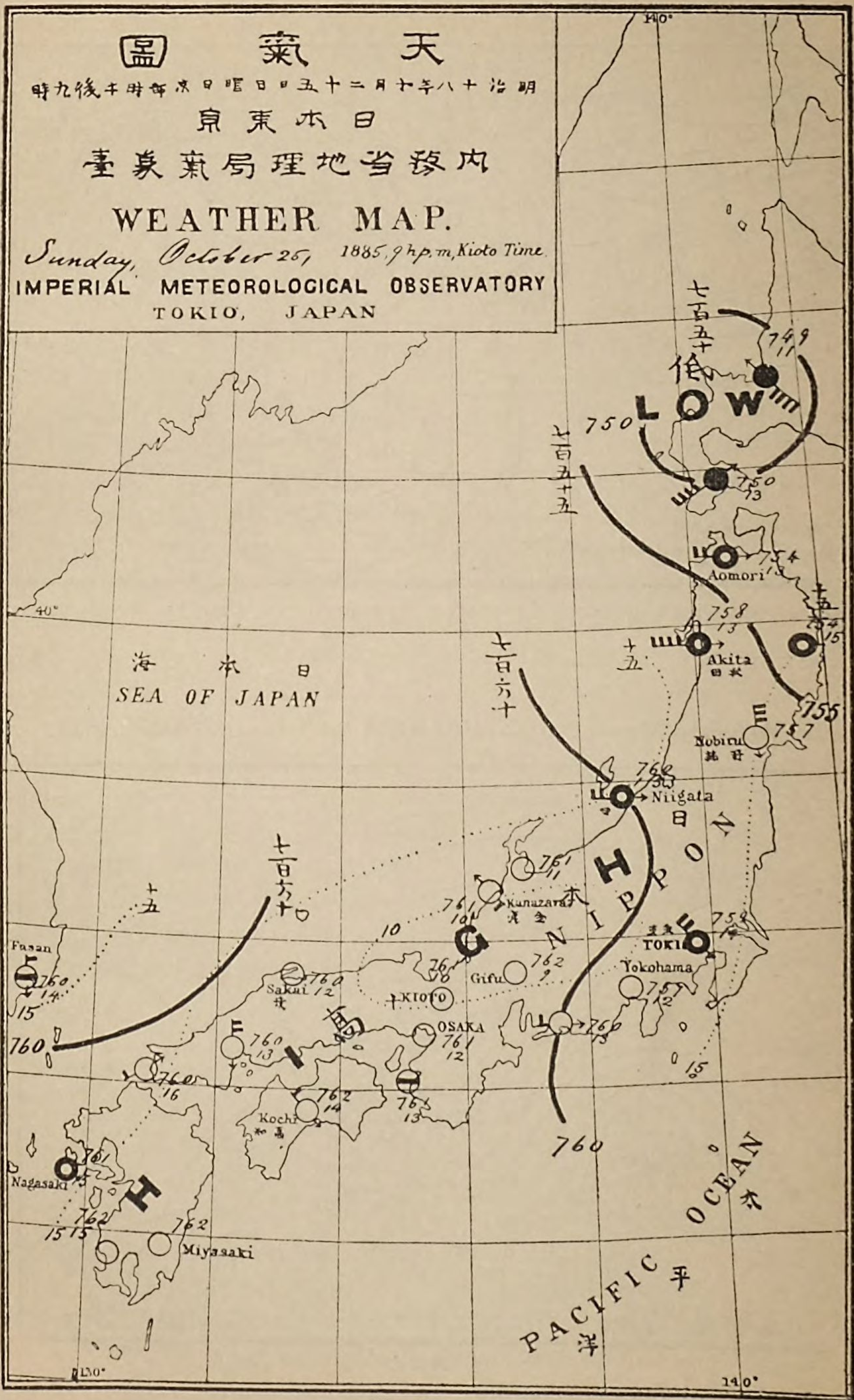

天氣圖
日本東京
内務省地理局氣象臺
WEATHER MAP.
Sunday, October 25, 1885, 9 h.p.m, Kioto Time.
IMPERIAL METEOROLOGICAL OBSERVATORY
TOKIO, JAPAN
LOW
H
SEA OF JAPAN
日本海
NIPPON
Aomori
Akita
Nobiru
Niigata
Kanazawa
Gifu
KIOTO
OSAKA
TOKIO
Yokohama
Sakai
Kochi
Fusan
Nagasaki
Miyasaki
PACIFIC OCEAN
太平洋
750
755
760
40°
130°
140°

Fig. 10.

des Systemes auf Grund der fortschreitenden Erfahrung Hauptzweck gewesen ist, und dass gerade die Verfolgung dieses Zweckes von unverkennbaren Erfolgen begleitet war. Es wäre zwar, das ist wohl nicht zu leugnen, vielleicht besser gewesen, die unsichere Grundlage, auf welcher man vor einigen Decennien die Wetterprognose aufbaute, zunächst durch Herbeischaffung und aufmerksame Durchmusterung eines reichhaltigen Beobachtungsmateriales, sowie durch umfassende und eingehende Untersuchungen, fester zu legen und zu verbreitern, bevor man den Telegraph in den Dienst der Meteorologie einwies, und zur allgemeinen unmittelbaren praktischen Verwerthung des Materiales überging: gewiss hätte manche sanguinische Hoffnung, welche man damals dem Publikum machte, und die nicht erfüllt wurde, erspart werden können. Allerdings so hätte es sein sollen, aber schon die Sammlung und vorbereitende Verarbeitung des Materiales erfordert einen so ausserordentlichen Aufwand an Arbeitskraft und die weiteren schwierigen und zeitraubenden Untersuchungen so unermüdliche Ausdauer, dass nur dann mit Aussicht auf einigen Erfolg gearbeitet werden kann, wenn ganze Institute sich ausschliesslich diesen Untersuchungen widmen, und welcher Staat sollte hierfür die Mittel bewilligen, wenn der praktische Erfolg nicht unmittelbar und mit aller Entschiedenheit zu Tage tritt? Wir müssen die Sachen nehmen, wie sie einmal liegen und mit den gegebenen Verhältnissen rechnen, so gut es eben angeht. Vorzüglich der imponirenden Thatsache, mit Hilfe des Telegraphen in wenigen Stunden nach der Beobachtung einen klaren Ueberblick über die Witterungsverhältnisse Europas zu erhalten, vom äussersten Westen der britischen Inseln bis weit hinaus ostwärts nach dem Innern Russlands, von der Polarregion südwärts nach der Südspitze Italiens oder der Nordküste Afrikas, dem grossartigen, ja kühnen Versuche, auf Grund dieser Uebersicht und der Erkenntniss der Aenderungstendenz der Wetterlage, im Voraus den wahrscheinlichen Verlauf der Witterung für irgend ein Gebiet zu bestimmen, haben wir es wohl hauptsächlich zu danken, dass zur Herbeischaffung des Materials und zur Verarbeitung desselben die nothwendigen Geldmittel von den Regierungen bewilligt wurden, die sonst jedenfalls noch lange ein pium desiderium geblieben wären. Dass aber auch unter diesen Verhältnissen in der That Erspriessliches geleistet werden kann, dafür geben die Einrichtungen und die erzielten Erfolge in den Vereinigten Staaten, wo die Regierung in Anbetracht der eminenten praktischen Wichtigkeit ein grossartiges System schuf

und mit ausserordentlichen Mitteln ausstattete, gegen welches jedes System der alten Welt weit zurücksteht, ein unzweifelhaftes Zeugniss ab, und auch die Erfahrungen, welche man in den europäischen Staaten in der ausübenden Witterungskunde gesammelt, die Fortschritte, welche man in der Erkenntniss der den Witterungserscheinungen zu Grunde liegenden Gesetze gemacht hat, und die Erfolge, welche in der praktischen Anwendung dieser Erkenntnisse im Interesse der Seefahrt, Fischerei und Landwirthschaft zu verzeichnen sind, sind nicht so unbedeutend, dass man mit Geringschätzung auf dieselben herabsehen könnte, wenn auch immerhin zugegeben werden muss, dass diese Fortschritte nur langsam stattfanden und in keinem ganz richtigen Verhältnisse zu dem täglichen Aufwande an Geld und Arbeitskraft und zur Wichtigkeit der praktischen Witterungskunde stehen. Ausserdem weisen wir auf die grossen Fortschritte in der Zunahme des systematisch und gleichförmig bearbeiteten und veröffentlichten, leicht discutirbaren Materials hin, welches wir hauptsächlich nur dem Aufschwunge der Wettertelegraphie zu danken haben.

Wir halten es für unsere Pflicht, auf dem einmal eingeschlagenen Wege unverdrossen weiter zu gehen, das uns durch den Telegraph gebotene Material so gut wie möglich für die Praxis zu verwerthen und unser Hauptaugenmerk unablässig darauf zu legen, die Grundlagen der Wettertelegraphie zu verbessern.

II. Grundlage der ausübenden Witterungskunde.

1) Klimatische Constanten.

Die wissenschaftliche Grundlage, worauf die ausübende Witterungskunde beruht, besteht zunächst in der Erkenntniss der durchschnittlichen Grösse und Beschaffenheit aller meteorologischen Elemente, die wir mit dem Gesammtnamen „klimatische Constanten“ zusammenfassen. Diese beziehen sich auf Lufttemperatur, Luftdruck, Wind, Feuchtigkeit der Luft und Niederschläge, und indem diese aus langjährigen Beobachtungsreihen für die verschiedenen Tages- und Jahreszeiten abgeleitet werden, ergiebt sich hieraus der normale Gang dieser Elemente in der täglichen und jährlichen Periode.

Allein dieser normale Gang ist ausserordentlich vielen unregelmässigen Schwankungen unterworfen, deren Grenzen zwischen den grössten und kleinsten Werthen meist weit voneinander abliegen, und diese unregelmässigen Aenderungen der meteorologischen Elemente oder ihre Abweichungen von den durchschnittlichen Verhältnissen in jedem einzelnen Falle hinsichtlich des causalen Zusammenhanges richtig zu beurtheilen und hieraus begründete Schlüsse für den wahrscheinlichen Verlauf der Witterungserscheinungen zu ziehen, ist die Hauptaufgabe der ausübenden Witterungskunde.

Wer sich mit der Pflege der ausübenden Witterungskunde beschäftigen will, hat vor Allem nothwendig, sich einen klaren Ueberblick über die normalen atmosphärischen Zustände zu verschaffen, namentlich über die durchschnittliche Vertheilung von Temperatur und Luftdruck, Wind und Feuchtigkeit; hieran schliesst sich die Kenntniss der Wechselwirkung der einzelnen Elemente, der grossen atmosphärischen Bewegungen und der Witterungsphänomene, welche sich in denselben abspielen.

Dementsprechend werde ich zunächst die vorhin genannten meteorologischen Elemente der Reihe nach und ihre Wechselwirkungen besprechen, wobei ich mich indessen auf eine möglichst kurz gedrängte Darstellung beschränke, weil einerseits dieser Gegenstand in mehreren Lehrbüchern eingehend und vortrefflich behandelt wurde [37]) und anderseits eine nur annähernd vollständige Behandlung die diesem Handbuche gesetzten Grenzen überschreiten würde.

Um desto ausführlicher werde ich die Beziehungen der allgemeinen Wetterlage zu dem Witterungscharakter in unseren Gegenden, sowie das Verhalten der barometrischen Maxima und Minima, die unsere Witterungsphänomene beherrschen, besprechen, und versuchen, hieraus praktische Regeln für die allgemeine und locale Wetterprognose abzuleiten.

a) Die Temperatur der Luft.

Die Hauptwärmequelle ist die Sonne, welche das Leben und die Bewegung auf unserem Erdball erzeugt und erhält. Wäre unsere Erdoberfläche vollständig homogen und ohne Lufthülle, so würde die Erwärmung allein der geographischen Breite proportional sein [38]). Die Intensität und Menge der Sonnenstrahlung ist für eine gegebene horizontale Stelle der Erdoberfläche abhängig von der Höhe der Sonne und von der Dauer der Bestrahlung, so zwar, dass diese

proportional ist dem Sinus der Sonnenhöhe. Würde die Sonne sich stets im Aequator befinden, also Tag und Nacht auf der ganzen Erdoberfläche gleich sein, wie bei den Aequinoctien, so würde die Sonnenwirkung mit der geographischen Breite in einem sehr einfachen Verhältnisse stehen, welches durch den Cosinus der Breite ausgedrückt wird. Nun aber entfernt sich der Stand der Sonne in der jährlichen Periode in unserem Winter um 23½° südlich, im Sommer um ebenso viel nördlich vom Aequator, und hierdurch wird für jeden Ort der Erdoberfläche eine stetige periodische Aenderung der Tageslänge, also der Bestrahlungsdauer, sowie eine ebensolche

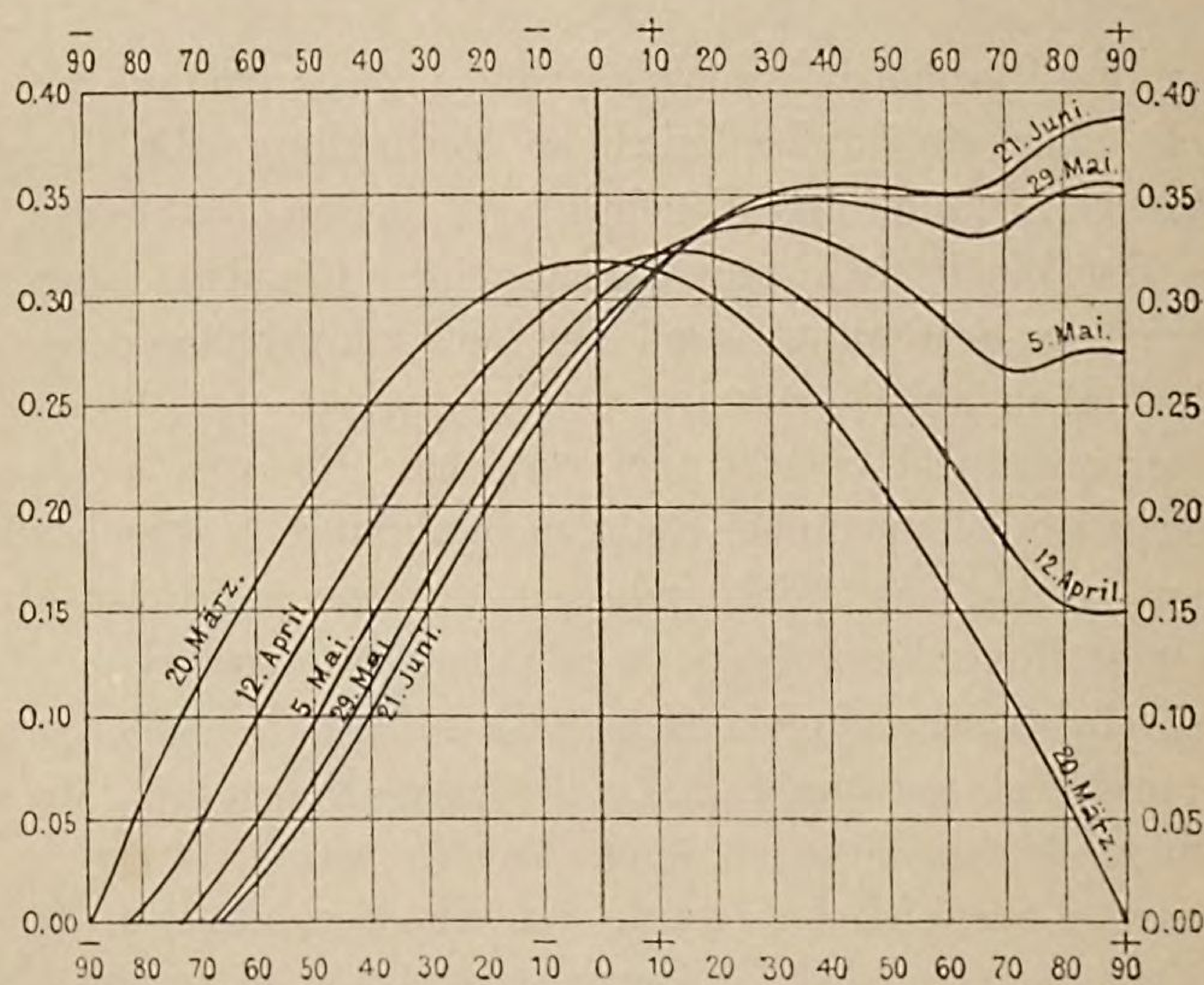


Fig. 11.

Aenderung in der Sonnenhöhe, also der Strahlungsintensität bedingt; hierdurch wird das Gesetz der Bestrahlung sehr verwickelt. Die obenstehende Figur, einer Abhandlung über diesen Gegenstand von Wiener entnommen[39]), illustrirt die Bestrahlungsverhältnisse in den verschiedenen geographischen Breiten vom Frühlingsäquinoctium bis zum Sommersolstitium.

Nach dieser Darstellung fällt ein Maximum der Bestrahlung am 21. Juni auf den Nordpol, ein zweites kleineres auf 43° Breite, so dass beide Maxima bei 62° durch ein kleines Minimum geschieden sind; nach Süden hin nimmt die Bestrahlung beständig ab und wird bei 66° südlicher Breite gleich Null. Schon am Schlusse des Maimonates ist die Strahlungsmenge am Nordpole grösser, als am Aequator.

In unserem Winter ist die Erde in der grössten Sonnennähe, im Sommer in der grössten Sonnenferne, während die Intensität der Sonnenstrahlung dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist. Aber in demselben Maasse wächst mit der Annäherung an die Sonne die Winkelgeschwindigkeit der Erde, so dass unser Sommer 7 Tage länger dauert, als derjenige der südlichen Hemisphäre (186 Tage gegen 179 Tage), wodurch eine vollständige Compensation in der Bestrahlungsmenge zwischen 2 Punkten in gleicher nördlicher und südlicher Breite bedingt wird. Da dementsprechend im südhemisphärischen Sommer die Erwärmung intensiver ist, und im Winter die Ausstrahlung länger anhält als in der nördlichen Hemisphäre, so ergiebt sich ein excessiveres solares Klima für die südliche Hemisphäre.

Durch das Dazwischentreten der Atmosphäre wird die Wirkung der Sonnenstrahlung durch Absorption geschwächt und die extreme Erwärmung der Erdoberfläche verhindert. Diese Schwächung der Sonnenstrahlen ist, abgesehen von dem Einfallswinkel, um so grösser, je grösser der Weg ist, den die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre, welche wir als vollständig wolkenlos annehmen, zurückzulegen haben.

Nach Hann beträgt die Dicke der atmosphärischen Schichten, welche die Strahlen bei verschiedenen Sonnenhöhen durchlaufen müssen, wenn die Höhe der Atmosphäre = 1 gesetzt wird, sowie die durchgelassene Strahlenmenge (für den Absorptionscoefficient 0,75):

Sonnenhöhe:	0°	5°	10°	20°	30°	50°	70°	90°
Dicke der Atmosphäre:	35,5	10,2	5,36	2,90	1,90	1,31	1,06	1,00
Durchgel. Strahlenmenge:	0,000	0,053	0,202	0,434	0,564	0,687	0,736	0,750.

Diese Wärmewirkungen der Sonne, welche alle Wärmeerscheinungen auf der Erdoberfläche bedingen und die Grundlage bilden für die Vertheilung der Lufttemperatur, werden in der Wirklichkeit durch mannigfache Umstände modificirt, hauptsächlich durch die ungleiche Vertheilung von Land und Meer, wodurch die herrschenden Luft- und Meeresströme, die räumlich und zeitlich wechselnde Heiterkeit des Himmels bedingt werden, sowie durch die verschiedene Erhebung der Erdoberfläche.

Die Sonnenstrahlen, welche die Erdoberfläche erreichen, bewirken eine Temperaturerhöhung, deren Grösse von der Natur der Gegenstände abhängt, womit jene in Berührung kommen. Einige Körper werden rascher, andere langsamer erwärmt. Von grosser

Bedeutung in dieser Beziehung erscheint der Gegensatz von Land und Meer. Das Wasser besitzt von allen Körpern die grösste Wärmecapacität, d. h. braucht die grösste Wärmemenge, um eine bestimmte Temperaturerhöhung zu erreichen. Werden gleich grosse Flächen von Meer und Festland gleichen Wärmewirkungen ausgesetzt, so ist die dadurch erhaltene Erhöhung der Temperatur beim Festlande fast 2mal so gross, als beim Meere. Dazu kommt noch, dass die Wärmestrahlen der Sonne theils von der Oberfläche des Wassers reflectirt, theils zur Verdunstung verbraucht werden, so dass ein nicht geringer Theil der zugestrahlten Wärme verloren geht, während der feste Erdboden fast sämmtliche Strahlen in sich aufnimmt. Ferner beschränkt sich beim Festlande die Erwärmung nur auf die Oberfläche, wogegen beim Meere die Wärmestrahlen in die Tiefe eindringen und so eine dickere Schichte erwärmen.

Der Zufuhr der Wärme durch Einstrahlung steht gegenüber der Wärmeverlust durch Ausstrahlung, indem alle Körper der Erdoberfläche ihre Wärme in den Weltenraum abgeben. Die Wärmeausstrahlung hängt einerseits von der Himmelsbeschaffenheit, von der Bewölkung und andererseits von der Beschaffenheit der Erdoberfläche ab. Heiterer Himmel und trockene Luft sind der Ausstrahlung am günstigsten, dagegen Wolken- und Nebelbildung verlangsamen die Ausstrahlung, indem diese fast alle Wärme an der Erde zurückhalten.

Ebenso wie bei der Erwärmung zeigen Wasser und Festland ein sehr verschiedenes Verhalten zur Ausstrahlung. Bei sonst gleicher Beschaffenheit der darüber ruhenden Luft erkaltet das Wasser viel langsamer als das Land, wozu noch kommt, dass der Wärmeverlust an der Wasseroberfläche durch die Wärme der unteren Schichten wieder theilweise ersetzt wird, während beim Festlande, abgesehen von der Wärmeleitung, kein Ersatz für den Wärmeverlust der Oberfläche geboten wird.

Ueber dem Meere ist die Bewölkung durchschnittlich viel grösser als auf dem Festlande, und daher eine geringere Ein- und Ausstrahlung auf dem Meere, als auf dem Continente.

Die Erwärmung, welche die Erdoberfläche durch die Einstrahlung erhalten hat, theilt sich den ihr unmittelbar aufliegenden Luftschichten mit, theils direkt durch Leitung, theils durch Strahlung, welche Wärme von den untersten Schichten resorbirt wird; da sich diese Wärme nur successive von Schicht zu Schicht weiter ausbreiten kann, so finden wir in der Regel die untersten Luft-

schichten am meisten durchwärmt, so dass in unserer Atmosphäre, im umgekehrten Verhältnisse zur Intensität der Insolation, die Wärme mit der Höhe abnimmt. Die Kenntniss der vertikalen Wärmevertheilung ist für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde, wie wir bereits oben bemerkten, von hervorragender Wichtigkeit, so dass wir uns etwas eingehender mit diesem Gegenstande beschäftigen müssen[40]).

Die Wärmeabnahme mit der Höhe beträgt für die Tropen im Jahresmittel nach Hann 0,58° C. für je 100^m, für die aussertropischen Gegenden bis zum 60.° nördlicher Breite übereinstimmend 0,57° C. Unter Berücksichtigung der örtlichen Besonderheiten zeigen sich Schwankungen von 0,5° bis 0,8°, welche jedoch von der geographischen Breite kein Abhängigkeitsverhältniss zeigen.

Plateauartige Erhebungen oder allmählich aufsteigende, weniger hohe Gebirge, sowie allgemein aufsteigende Continente zeigen eine viel geringere Temperaturabnahme mit der Höhe, als isolirte Bergkegel, und es dürfte der Unterschied in dieser Beziehung etwa 0,2 bis 0,3° für je 100^m betragen.

In den aussertropischen Gegenden ist die vertikale Wärmeabnahme im Sommer grösser als im Winter, und zwar nimmt dieser Unterschied, wie es scheint, zu mit der geographischen Breite und der continentalen Lage. Nach Hann geben für das mittlere Europa der Harz, das Erzgebirge und die Alpen sehr übereinstimmend folgende Zahlen (Wärmeabnahme für je 100^m, vergl. auch oben):

Winter 0,45°, Frühling 0,67°, Sommer 0,70°, Herbst 0,53°, Jahr 0,59°, Mt Washington 44,3° N. B. 1916^m Seehöhe: Winter 0,43°, Sommer 0,62°, Pikes Peak 38,8° N., 4313^m gegen Colorado Springs 1830^m: Winter 0,54°, Frühling und Sommer 0,70°; Kaukasus, Winter 0,32°, Sommer 0,58°; hingegen Christiania für die 5 Wintermonate kaum 0,18°, für die 5 Sommermonate 0,88°.

In den Tropen wächst die vertikale Temperaturabnahme während der Regenzeit; dagegen ist dieselbe kleiner an der Regenseite, als an der trockenen Seite der Gebirge, eine Erscheinung, die auch bei den ektropischen Gebirgen in geringerem Maasse ausgeprägt ist.

Ebenso wie die Erwärmung des Erdbodens sich den unmittelbar aufliegenden Luftschichten mittheilt, und sich langsam nach oben hin ausbreitet, so geht auch die durch die nächtliche Ausstrahlung hervorgerufene Erkaltung auf die dem Boden zunächst liegenden Luftschichten über, jedoch erfolgt diese Abkühlung nach oben hin,

Windstille vorausgesetzt, ausserordentlich langsam, da die schwereren kälteren Schichten am Boden stagniren und durch Berührung nur eine sehr langsame Fortleitung der Abkühlung nach oben hin vor sich gehen kann, so dass die oberen Luftschichten nur geringe Wärmemengen verlieren. Hiermit im Zusammenhange steht die Erscheinung, dass bei windstiller, klarer und kalter Witterung die Thäler kälter sind, als die Kuppen und Abhänge der sie umschliessenden Gebirge, und ebenso in der freien Atmosphäre, dass die Temperatur mit der Höhe nicht ab-, sondern zunimmt, insbesondere bei Vorhandensein einer Schneedecke. Diese anomale Wärmezunahme mit der Höhe ist in den untersten Schichten am grössten, und nimmt weiter nach oben hin rasch ab, so dass beispielsweise schon bei grösseren Bäumen von etwa 6^m Höhe die Temperaturdifferenzen zwischen Krone und Boden leicht 2^0 überschreiten können, und also bei Nachtfrösten die unteren Zweige erfrieren können, während die Kronen verschont bleiben.

Besonders häufig ist die Zunahme der Temperatur mit der Höhe in der Umgebung der Gebirgsthäler in den Wintermonaten, so dass zu dieser Zeit die mittleren Temperaturminima in den Thälern tiefer liegen, als in den höheren freien Lagen. Die Winterkälte bildet sich während der langen Winternächte durch Ausstrahlung in den geschützten Thälern, namentlich über schneebedecktem Boden aus, wohin auch die an den Abhängen durch Ausstrahlung erkalteten Luftmassen abfliessen, und breitet sich dann sehr langsam nach oben hin aus. Die an den Abhängen abgeflossene Luft wird durch wärmere Luftmassen aus der Höhe ersetzt, die beim Uebergange in einen höheren Luftdruck noch mehr erwärmt werden. Auf diese Weise ist es leicht erklärlich, dass dieser Zustand längere Zeit hindurch fortdauern kann: nämlich in den Thälern eisige Winterkälte, in der Höhe auffallend mildes Wetter. In Kärnten ist dieser eigenthümliche Zustand sprichwörtlich geworden:

„Steigt man im Winter um einen Stock,
So wird es wärmer um einen Rock.“

Diese Erscheinung wird in der Regel begleitet durch eine mächtige der Thalsohle aufliegende Nebelschicht, während die Luft in der Höhe heiter und trocken ist.

Diese Verhältnisse waren im December 1879 und Januar 1880, ebenso im Januar und Februar 1881 maassgebend, als über Mitteleuropa langandauernde barometrische Maxima mit ungewöhnlich strenger Kälte lagerten, und sich im ganzen Alpengebiete und

sogar im deutschen Mittelgebirge die Wärmezunahme mit der Höhe in auffallender Weise zeigte. Ich gebe einige Daten nach Hann für diese denkwürdige Epoche wieder.

Mittlere Temperatur des December 1879 in Kärnten*)

Seehöhe	450m	580m	830m	1200m	2040m
Temperatur	— 13,3°	— 10,4°	— 8,8°	— 6,9°	— 9,4°
Minimum	— 25,6°	— 21,1°	— 19,3°	— 18,5°	— 24,4°.

Am grössten war die Wärmezunahme mit der Höhe vom 16. bis 28. December, als der Kern des barometrischen Maximums über den Alpen selbst lag. Die mittlere Temperatur für diese Tage betrug:

	Seehöhe	7h a. m.	2h p. m.	9h p. m.	Mittel	Mittl. Bew.
Klagenfurt	440	— 19,1	— 13,0	— 16,4	— 16,2	3,2
Obirgipfel	2040	— 5,9	— 1,2	— 5,5	— 4,5	1,7
Ischl	476	— 13,7	— 7,3	— 13,0	— 11,8	1,6
Schafberg	1776	— 0,1	0,6	— 1,3	— 0,5	0,7.

Um 7^h a. m. sind die Unterschiede am grössten, welcher Umstand darauf hinweist, dass die ganze Erscheinung mit der Wärmeausstrahlung und dem Herabsinken der kalten Luft in die Thäler in engstem Zusammenhange steht.

In derselben Kälteepoche vom 20. bis 28. December 1879 ergaben sich um 6^h a. m. für

	Höhe	Temperat.	rel. Feuchtigk.	Bewölkung.
Clermont	390	— 13,2°	91	7%
Puy de Dôme	1470	3,8°	38	13%.

Eine umfassende Erklärung dieser eigenthümlichen Thatsachen giebt Hann in seiner Klimatologie (pag. 163 ff.), auf welche ich hier verweise.

Ich glaubte diese Erscheinungen nicht stillschweigend übergehen zu dürfen, da durch sie manche Witterungsvorgänge, insbesondere im Winter, recht gut erklärt werden können.

Durch die Strahlungswirkung der Sonne wird eine tägliche und jährliche Periode der Lufttemperatur für jeden Ort der Erdoberfläche bedingt. Die tägliche Periode hängt unmittelbar mit der

*) Im December 1879 betrug die mittlere Monatstemperatur in Frankreich: in der Ebene (388m) — 7,0°, auf dem Gipfel des Puy de Dôme (1467m) — 3,0°, auf dem Pic du midi (2366m) — 5,6°, in Barcelonette (1113m) — 6,5°; in der Schweiz waren die Abweichungen von den Normalwerthen ungefähr folgende: 1) unter 500m Seehöhe = — 7,0°, 2) 500—1000m = — 5,9°, 3) über 1000m = — 2,7°.

Sonnenstrahlung zusammen, was schon daraus hervorgeht, dass sie durch die Bewölkung oder durch Nebel mehr oder weniger abgeschwächt wird und in den Polarwintern völlig verschwindet.

Ueber den täglichen Gang der Temperatur giebt Wild[41]) eine Reihe von Sätzen, die wir der Hauptsache nach hier wiedergeben wollen:

„1) Die Amplitude der täglichen Temperaturperiode hängt wesentlich von der Natur der Unterlage ab: bei ganz wässeriger Unterlage ist sie am kleinsten, bei trockener, fester am grössten. Die kleinste mittlere Amplitude, beobachtet auf dem Ocean, beträgt 1—2 ° C., die grösste, in Sandwüsten notirte, erreicht 17 ° C.

2) Die Eintrittszeit des Maximums der Temperatur bei ihrer täglichen Periode hängt ausser von der Culminationszeit der Sonne und der Jahreszeit ebenfalls wesentlich von der Unterlage ab. Das Maximum tritt unter übrigens gleichen Umständen am frühesten bei rein wässeriger Unterlage ein, am spätesten bei trockener und fester. Auf dem Ocean und an den Küsten fällt die grösste Tagestemperatur auf die Zeit zwischen Mittag und 1 Uhr Nachmittags (im Sommer wenig früher als im Winter), im Innern des Continentes und insbesondere in den Sandwüsten auf die Zeiten zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags (hier im Sommer durchweg später als im Winter).

3. Die Eintrittszeiten des Minimums der Lufttemperatur bei ihrer täglichen Periode hängt ausser von der Zeit des Sonnenaufganges und der Jahreszeit ebenfalls von der Unterlage ab. Das Minimum tritt nämlich bei rein wässeriger Unterlage, auf dem Ocean, durchweg einige Zeit (2 Stunden) vor Sonnenaufgang ein, bei fester trockener Unterlage, im Inneren des Continentes und besonders in den Sandwüsten, dagegen fast genau um Sonnenaufgang oder wenig (15 Minuten) danach. In den Wintermonaten erscheint ferner mit Rücksicht auf diese Regel der Eintritt des Minimums, gegenüber seiner relativen Eintrittszeit zum Sonnenaufgang im Sommer, stets verfrüht, so dass er selbst bei den continental gelegenen Orten im Winter vor Sonnenaufgang eintritt.

4) Die Amplitude der täglichen Oscillation der Temperatur und die Eintrittszeiten des Maximums und Minimums hängen in ähnlicher Weise wie von der Unterlage, so auch von der Erhebung über dem Boden ab. Wie beim Uebergang von Land zum Meer, so nimmt bei der Erhebung vom Boden in die höheren Schichten der Atmosphäre die Amplitude ab, das Maximum rückt gegen die

Culminationszeit der Sonne hin und das Minimum scheint (noch unsicher) sich von Sonnenaufgang gegen Mitternacht hin zu entfernen.

5) Die Amplitude der täglichen Oscillation hängt ferner, unter übrigens gleichen Umständen von der geographischen Breite des Beobachtungsortes ab, indem sie in höherer Breite geringer erscheint, als in niedriger. Doch tritt dieser Einfluss gegen den der vorigen Faktoren sehr zurück.

6) Die Amplitude der täglichen Temperatur-Oscillation richtet sich in den verschiedenen Monaten des Jahres, unter übrigens gleichen Umständen, wesentlich nach der Tageslänge resp. der Zeit, wo die Sonne über dem Horizonte steht.

7) Die Amplitude der täglichen Temperatur-Oscillation wird sehr stark vom Grade der Bewölkung beeinflusst. Lamont hat für München, E. Quetelet für Brüssel, Rykatschew für St. Petersburg gezeigt, dass die Amplitude an heiteren Tagen viel grösser ist als an trüben. Dieser Einfluss ist ein so bedeutender, dass er den vorigen der Tageslänge bei grosser Verschiedenheit der Bewölkungsgrade in verschiedenen Monaten überwiegen kann.

8) Die Eintrittszeit des vormittägigen Mediums der Temperatur bei ihrer täglichen Oscillation hängt ausser vom Sonnenaufgang auch von der Unterlage ab. Im Laufe des Jahres nämlich nimmt sie mit dem Sonnenaufgange ab und zu, doch beträgt ihre Veränderung blos $^1/_3$ bis $^1/_2$ der jährlichen Schwankung im Sonnenaufgang. — Bei wässeriger Unterlage schwankt die Eintrittszeit dieses Mediums um ungefähr 8 Uhr Vormittags, während der mittlere Eintritt desselben bei trockener fester Grundlage nahe eine Stunde später erfolgt.

9) Die Eintrittszeit des nachmittägigen Mediums erfolgt ebenfalls bei wässeriger Unterlage ungefähr eine Stunde früher, als bei trockener, fester, im Uebrigen aber variirt sie im Laufe des Jahres viel weniger, als die des vormittägigen Mediums. Das nachmittägige Medium tritt daher im Allgemeinen im Winter lange (bis 4^h und mehr) nach Sonnenuntergang, im Sommer nahe bei Sonnenuntergang und bei maritimer Lage des Ortes auch ziemlich (bei 1^h) vor Sonnenuntergang ein.

10) Der Abstand des vormittägigen Mediums von dem Maximum ist im Mittel des Jahres bei wässeriger Unterlage kleiner, bei fester und trockener aber grösser, als der Abstand des Maximums vom nachmittägigen Medium oder es fällt mit anderen Worten

die Curve des täglichen Ganges vom Maximum aus bei rein maritimer Lage des Ortes am Vormittage, bei rein continentaler am Nachmittage rascher ab. Orte, deren Lage zwischen diese Extreme fällt, zeigen im Winter das erstere, im Sommer das letztere Verhalten.

11) Bei Orten mit rein maritimer Lage ist die Zu- und Abnahme der Temperatur in der täglichen Periode eine sehr stetige, oder mit anderen Worten: die Form der die letztere darstellenden Curve ist eine ganz continuirliche und schwach gekrümmte. Für continental gelegene Orte dagegen nimmt die Temperatur vom nachmittägigen Medium bis zum Minimum fast genau proportional der Zeit, also nahezu nach einer Geraden ab, um dann von da ab mit Aufgang der Sonne sehr rasch wieder anzusteigen, was namentlich in den Sommermonaten ein fast plötzliches Umbiegen der Curve um 90° und mehr zur Folge hat.

12) Wie auf die Amplitude, so hat auch auf die Eintrittszeiten des Minimums, Maximums und der Medien der Temperatur bei ihrer täglichen Oscillation der Bewölkungsgrad einen erheblichen Einfluss. An heiteren Tagen tritt das Minimum ½ bis 1 Stunde früher, das Maximum aber um 2—3 Stunden später ein, als an bedeckten Tagen. Dies bedingt theilweise, aber nicht allein die Veränderung in der Eintrittszeit der Maxima in den verschiedenen Monaten des Jahres an ein und demselben Orte."

Der Gang der Temperatur in der jährlichen Periode sowie die Jahrestemperaturen, welche aus den Mitteltemperaturen aller Tage, beziehungsweise aller Monate gewonnen werden, sind denselben Einflüssen unterworfen, wie die Temperatur in der täglichen Periode. Die Eintrittszeiten der Extreme fallen nicht zusammen mit der grössten und tiefsten Meridianhöhe der Sonne. Für die nördlichere kalte und gemässigte Zone fällt das Temperaturmaximum in den Juli, das Minimum in den Januar, auf der südlichen Hemisphäre sind die umgekehrten Verhältnisse massgebend. Daher unterscheidet man in der nördlichen gemässigten Zone 4 meteorologische Jahreszeiten, die folgendermassen abgegrenzt werden: Winter = December, Januar, Februar; Frühling = März, April, Mai; Sommer = Juni, Juli, August; Herbst = September, October, November. Für die südliche Hemisphäre ist Winter mit Sommer, und Frühling mit Herbst zu vertauschen. Am Aequator sind im Zusammenhang mit der geringen Schwankung der Tageslängen die Wärmeschwankungen in der Jahrescurve sehr gering und, entsprechend dem

höchsten Stande der Sonne in den beiden Aequinoctien und dem niedrigsten in den beiden Solstitien, sind die heissesten Monate diejenigen des Frühlings und Herbstes, dagegen die Monate, die in den übrigen Zonen dem Sommer und Winter entsprechen, die kältesten.

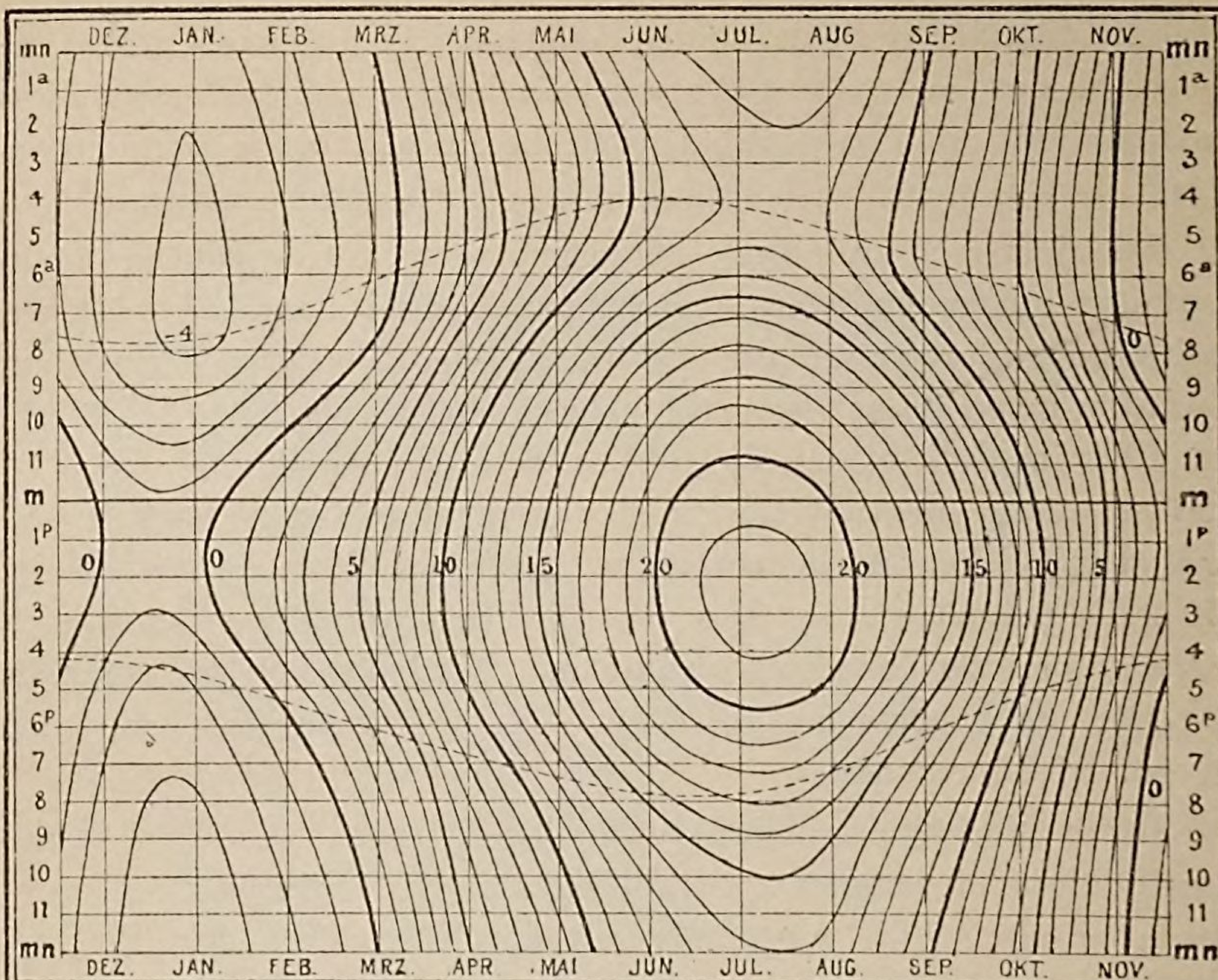
Die jährliche Amplitude der Temperatur, ist, wie gesagt, am Aequator gering und wächst im Allgemeinen mit der geographischen Breite oder der Grösse der Veränderlichkeit der Tageslänge: am Aequator erreicht die Temperatur durchschnittlich im April 27,4 ° C. und fällt im Juli bis auf 26,0 °, so dass die Amplitude nur 1,4 ° beträgt; unter dem Wendekreise des Krebses steht der tiefsten durchschnittlichen Monatstemperatur im Januar 19 °, die höchste im Juli 27 ° gegenüber, so dass die jährliche Amplitude den Werth von 8 ° hat; die Januartemperatur am Nordpole beträgt ungefähr — 32,5, die höchste im Juli etwa — 0,7 °, woraus eine Amplitude von ca. 31,8 ° resultirt.

Diese Verhältnisse sind massgebend, wenn wir die Durchschnittstemperaturen ganzer Parallelkreise in Betracht ziehen, andererseits aber nimmt die Amplitude von der Küste nach dem Binnenland hin zu, ein Umstand, welcher der ungleichen Erwärmung im Sommer und Ausstrahlung im Winter, der ungleichen Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit an der Küste und im Binnenlande zuzuschreiben ist. Nach Mohn beträgt die Amplitude auf einer vom atlantischen Ocean quer durch Europa und das grosse asiatische Festland gezogenen Linie:

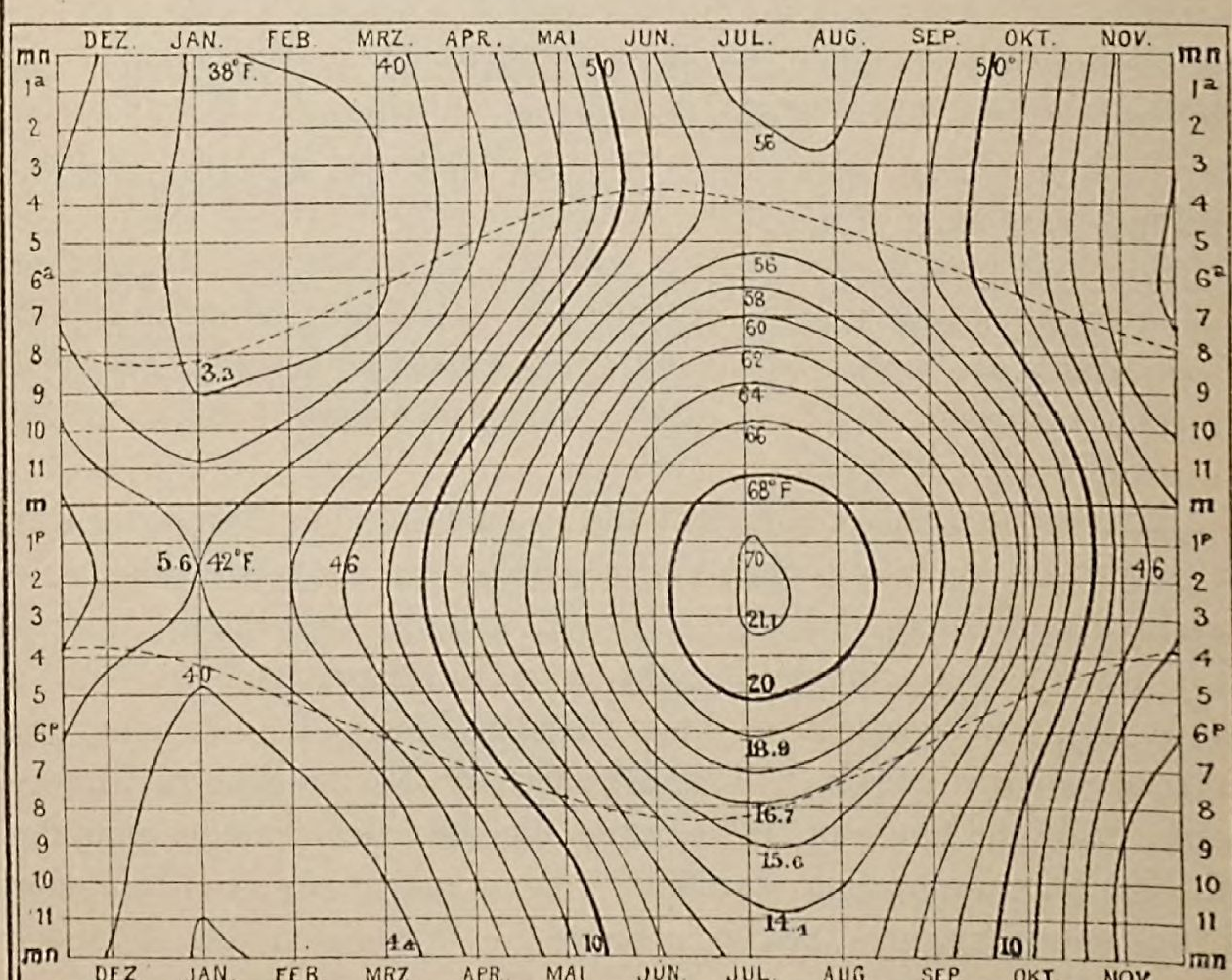
Thorshavn (Faröern)	9 °	Barnaul (W-Sibirien)	40 °
Udsire (norweg. W-Küste)	13°	Irkutsk (E-Sibirien)	40 °
Christiania	22 °	Nikolajewsk (Amur)	39 °
St. Petersburg	26 °	Hakodadi (Japan)	24 °.
Kasan (östl. Russland)	33 °		

Eine sehr klare Uebersicht über den Gang der Temperatur in der täglichen und jährlichen Periode giebt die unten stehende graphische Darstellung, deren Idee, soweit sich dieselbe auf die Anwendung in der Meteorologie bezieht, von Lalanne herrührt[42]). In diesen Figuren bezeichnen die verticalen Linien die Monate, die horizontalen die einzelnen Tagesstunden von Mitternacht zu Mitternacht, während die punktirte Curve die Zeit des Sonnenaufganges und Sonnenunterganges darstellt. Die eingezeichneten krummen Linien — Chrono-Isothermen[43]) — verbinden die Stunden gleicher Wärme.

In unseren Figuren sind die Wärmeverhältnisse für München



Chrono-Isothermen für München (1848–1880).



Chrono-Isothermen für Greenwich (1849–1868).

Fig. 12a und b.

und Greenwich zur Darstellung gebracht[44]), und stellen also Repräsentanten des See- und Continentalklimas vor. Für Greenwich wurden die Fahrenheit'schen Temperaturgrade beibehalten, so dass die Temperaturdifferenzen zwischen je zwei auf einander folgenden Curven in beiden Figuren zwar nicht vollkommen gleich sind, indessen beträgt dieser Unterschied jedesmal nahezu nur $^1/_{10}$ ⁰ C., während die stärkeren Curven für 0, 10 und 20⁰ in beiden Figuren genau vergleichbar sind.

Verschiebt man die äusserste linke Linie mn—m—mn, die dem 1. December entspricht, nach rechts, so geben ihre Schnittpunkte mit den Curven nacheinander den durchschnittlichen Verlauf der täglichen Periode der Temperatur an allen Tagen des Jahres an, während ebenso die Verschiebung der obersten horizontalen Linie die jährliche Periode für alle Stunden des Tages kennzeichnet.

Das aufmerksame Studium dieser beiden Figuren zeigt manche interessante Thatsachen, vor allem aber den bemerkenswerthen Umstand, dass in diesem Falle der Gang der Temperatur des Seeklimas eine auffallend grosse Aehnlichkeit mit derjenigen des Continentalklimas hat. Die jährliche Amplitude beträgt in Greenwich 18⁰, in München 25⁰.

Im Sommer sind an beiden Stationen die Maxima der Temperatur nahezu gleich und fallen in der täglichen Periode in Greenwich zwischen 1 und 3, in München zwischen 1 und 4 Uhr Nachmittags, die Minima in Greenwich zwischen 3 und 5, in München zwischen 2 und 5 Uhr Morgens, während die täglichen Amplituden fast gleich sind. Im Winter sind die täglichen Schwankungen der Temperatur an beiden Stationen gering und erreichen in Greenwich kaum 3, in München kaum 4⁰. Das Minimum findet an beiden Stationen vor Sonnenaufgang statt. Zur Zeit der Aequinoctien betragen die Schwankungen in Greenwich 6—7, in München 8—9⁰. Wir müssen es dem Leser überlassen, aus den Figuren noch weitere Schlüsse zu ziehen.

Für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde ist, um ein richtiges Bild von dem augenblicklichen Witterungszustande eines Ortes und eines Landes zu erhalten, erforderlich, die jeweilige Lufttemperatur, wie sie durch die Wetterdepeschen mitgetheilt wird, mit derjenigen zu vergleichen, welche in anderen Jahren zu derselben Jahreszeit geherrscht hat[45]). Hierzu ist es nothwendig, die Mittelwerthe für die Einzeltage und die Stunden zu kennen, auf welche sich die Beobachtungen beziehen. Allein die Mittelwerthe von

einzelnen Tagen zeigen selbst bei 100jährigen Beobachtungsreihen einen unregelmässigen Gang, und sind auch von sehr wenigen Orten berechnet, kürzere Beobachtungsreihen sind für fünf oder zehntägige, noch kürzere für Monatsmittel anwendbar. Der von der Seewarte eingeschlagene Weg zur Ermittelung der Mittel-

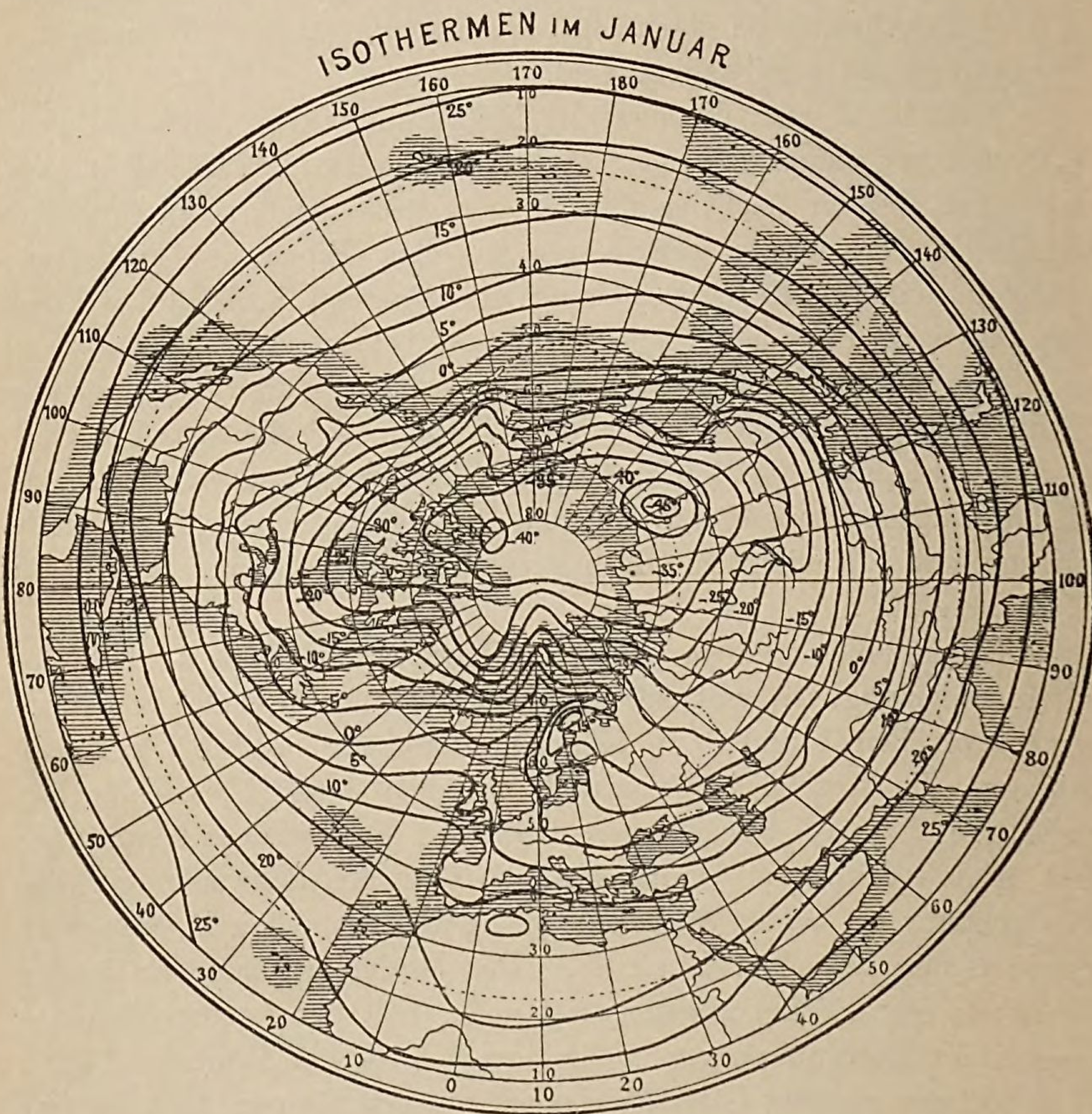


Fig. 13.

temperaturen für jeden Tag zur Zeit der Morgenbeobachtung war nun folgender: Zunächst wurden für den Zeitraum 1848—1872 die Monatsmittel für die einzelnen Stationen berechnet und in ein Coordinatennetz eingetragen und die so erhaltene Curve zur Ermittelung des normalen jährlichen Ganges der Temperatur benutzt. Hierdurch wurden die noch in den Mitteln vorhandenen Störungen in gleichmässiger Weise in der Zeit vertheilt und es blieben die nach-

einander folgenden Tage mit nahezu denselben geringen Fehlern behaftet, also unter sich möglichst vergleichbar.

An den Curven wurden die Werthe für die Einzeltage direkt abgelesen und hieran eigens berechnete Reductionsgrössen angebracht, wodurch man die normale Temperatur um 8 Uhr Morgens

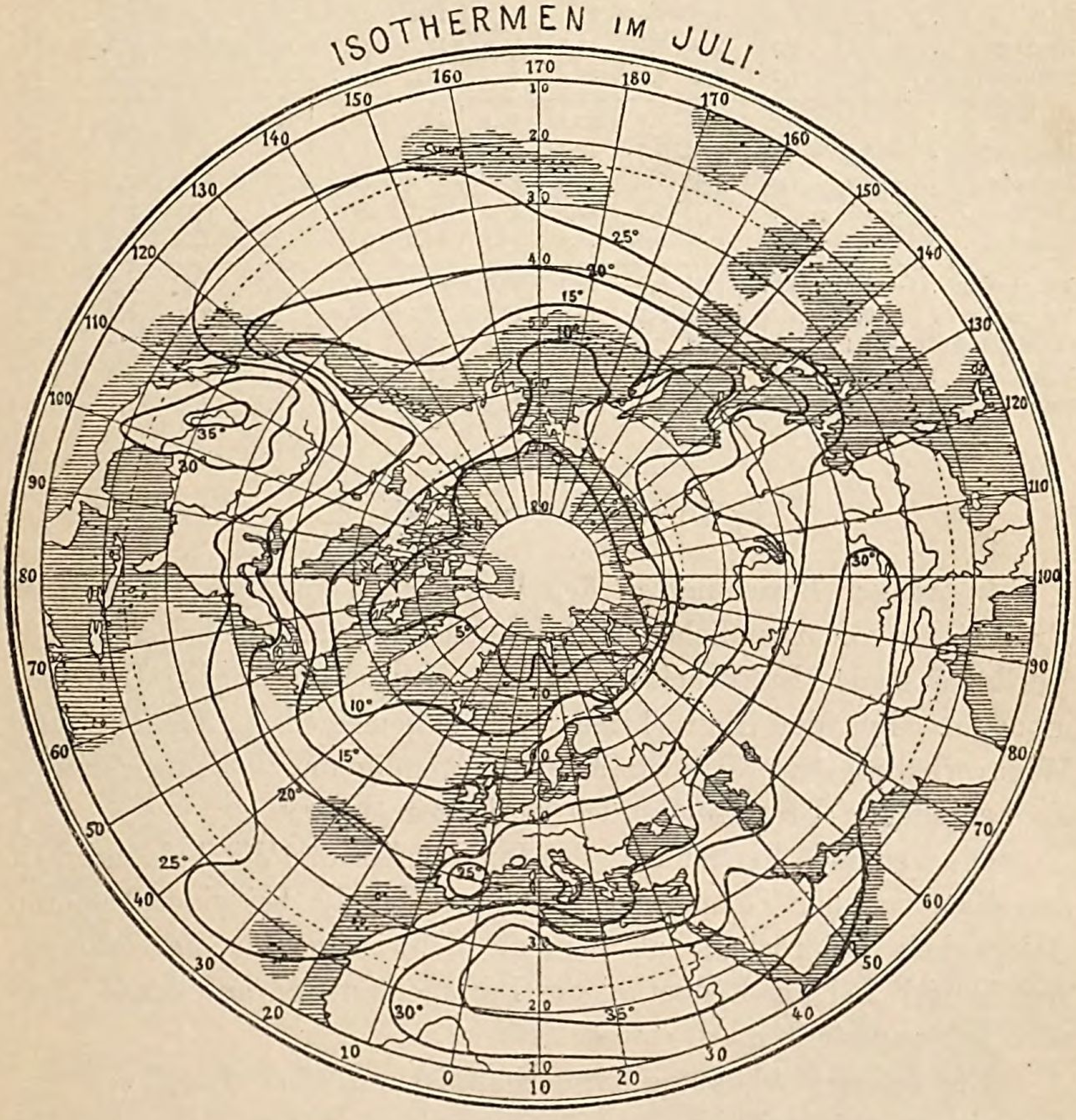


Fig. 14.

erhielt. Die normalen Monatsmittel der Temperatur für 8^h a. m. lassen wir nachstehend für die deutschen Stationen folgen (siehe folgende Seite).

Was die Vertheilung der Lufttemperatur über die Erdoberfläche betrifft, so beschränken wir uns darauf, diejenige der extremen Monate Januar und Juli (nach Mohn, jedoch in der Polar-Projection) hier wiederzugeben, welche uns ein anschauliches

Bild über die räumliche und zeitliche Verschiedenheit in der Temperaturvertheilung über die Nordhemisphäre geben.

Normale Monatsmittel für 8 Uhr Morgens.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Memel . . .	— 4,2	— 3,5	— 1,6	4,6	10,2	15,0	17,1	16,3	12,1	7,0	1,5	— 1,8
Köslin . .	— 2,9	— 2,3	0,0	5,1	10,5	15,0	16,8	15,9	12,0	7,2	1,8	— 1,0
Kiel . . .	— 0,3	0,6	2,1	7,6	11,1	14,8	16,3	15,9	12,6	8,2	3,1	1,2
Hamburg .	— 1,1	0,3	2,8	7,1	11,8	15,8	17,6	16,8	13,4	8,0	3,1	0,4
Münster . .	0,4	1,7	3,4	8,0	12,4	16,1	17,5	16,7	13,7	9,1	3,8	1,6
Cassel . . .	— 0,8	0,8	2,6	7,6	12,0	15,8	17,8	16,4	13,0	7,0	3,0	0,4
Hannover .	— 0,4	0,9	2,8	7,7	12,4	16,3	17,9	17,0	13,6	8,7	3,4	1,0
Leipzig . .	— 1,9	— 0,4	1,4	7,2	12,4	15,8	17,8	16,6	12,5	7,5	2,3	— 0,8
Berlin . . .	— 1,5	— 0,4	1,5	7,3	12,8	17,0	18,6	17,2	13,1	8,2	2,8	— 0,2
Breslau . .	— 2,9	— 1,9	0,4	6,8	12,7	16,8	18,3	16,9	12,7	7,9	2,0	— 1,8
Wiesbaden. .	— 1,2	1,3	3,1	8,8	13,5	16,9	18,7	17,5	13,7	8,3	3,3	0,0
Karlsruhe .	— 0,3	1,1	4,2	9,5	14,4	17,8	19,4	18,4	14,6	9,1	4,1	0,8
Friedrichshaf.	— 1,4	0,3	2,8	8,3	13,1	16,6	18,2	17,6	13,8	9,4	3,2	— 0,5
Bamberg . .	— 2,5	— 0,7	2,5	7,5	13,3	16,4	17,5	17,0	12,0	7,6	3,0	— 1,3
München . .	— 4,5	— 2,8	1,0	7,0	12,7	16,1	17,5	16,3	12,1	6,9	1,1	— 2,2

b) Luftdruck und Wind.

In inniger Beziehung zu den Wärmeerscheinungen auf unserer Erde stehen die räumlichen und zeitlichen Verschiedenheiten in der Vertheilung des Luftdruckes und die dadurch bedingten Luftströmungen. Bei der Betrachtung der allgemeinen Luftdruck- und Windverhältnisse werden wir also nothwendig die Wärmewirkungen als bedingende Ursachen berücksichtigen müssen.

Die vertikale Vertheilung des Luftdruckes und die Abhängigkeit derselben von der Temperatur haben wir bereits bei einer früheren Gelegenheit besprochen, als wir die Schwierigkeiten hervorhoben, welche sich bei der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau herausstellten.

Ein anderes Abhängigkeitsverhältniss zwischen Luftdruck und Temperatur zeigt sich in der jährlichen und höchst wahrscheinlich auch in der täglichen Periode des Luftdruckes.

Die tägliche Periode des Luftdruckes zeigt im Allgemeinen 2 Maxima und 2 Minima, welche je nach der Jahreszeit und der Lage auf eine frühere oder spätere Tageszeit fallen. Das Hauptmaximum findet etwa gegen 10 Uhr Morgens, das zweite Maximum gegen 10 Uhr Abends statt, während ein Hauptminimum gegen 4 Uhr Nachmittags, ein secundäres Minimum gegen 4 Uhr Morgens sich ereignet. Also steigt das Barometer durchschnittlich von 4 bis

10 Uhr am Morgen und am Abend, in der Zwischenzeit fällt es, so zwar, dass die Aenderungen am Tage, entsprechend der grösseren Wärmeänderung durch die Sonnenwirkung, am beträchtlichsten sind. In den Tropen tritt die tägliche Periode am ausgeprägtesten auf, so dass Alexander v. Humboldt bemerkt, dass man aus diesen Schwankungen nahezu die Tageszeit angeben könne; sie beträgt nahezu 3^{mm}. Mit Zunahme der geographischen Breite nimmt die Grösse der täglichen Amplitude ab (in unseren Breiten beträgt sie kaum $\frac{1}{2}^{mm}$) und ist in den starken und unregelmässigen Schwankungen des Luftdruckes nicht mehr bemerkbar, so dass sie sich nur durch Mittelwerthe aus längeren Beobachtungs-Reihen mit Sicherheit constatiren lässt. Die Amplitude ist auf dem Lande grösser, als auf dem Meere, grösser in trockener, als in feuchter Atmosphäre, und in der Regel am grössten im wärmsten und trockensten Monate.

Nach Quetelet[46]) beträgt die tägliche Periode des Luftdruckes für Brüssel nach den Beobachtungen von 1842—47 für den Februar (wo sie am ausgeprägtesten ist) auf das Jahr 750^{mm}

	Mn.	2	4	6	8	10	Mn.	2	4	6	8	10	Mttg.
Februar	3,7	3,4	3,0*	3,3	3,6	4,0	4,0	3,6*	3,6*	3,9	4,0	4,1	3,7
Jahr	5,5	5,3	5,2*	5,3	5,5	5,7	5,5	5,2	5,1*	5,2	5,5	6,1	5,5

Die tägliche Periode des Luftdruckes hängt, wie gesagt, höchst wahrscheinlich von der Temperatur ab, aber ausserdem spielt dabei das Verhalten des Wetterdampfes in der Atmosphäre, wie es scheint, noch eine sehr wichtige Rolle, indessen ist diese noch sehr unvollkommen bekannt, so dass eine einwurfsfreie Erklärung dieses Phänomens noch aussteht.

In neuester Zeit hat J. Vincent[47]) eine interessante Untersuchung angestellt über die Eintrittszeit der Minima der Barometerstände. Indem er für den 3jährigen Zeitraum 1877—79 die Minima in Betracht zog, welche durch Maxima, die um wenigstens 10^{mm} höher stehen, geschieden sind, erhielt er für Brüssel folgende Zahlen für die Häufigkeit des Eintritts der Minima:

11^h p.—1^h a.	1—3^h a.	3—5	5—7	7—9	9—11	11—1^h p.	1—3	3—5	5—7	7—9	9—11^h p.
5	7	13	11	3	8	8	13	19	7	12	6

Da die Minima bei dem Vorübergange der Depressionen eintreten, suchte Vincent die Eintrittszeiten der Minima aus den Bahnenkarten der Seewarte für 13 verschiedene über Europa vertheilte Stationen und erhielt für die einzelnen Stunden folgende Häufigkeitszahlen:

0a.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	8	18	16	34	30	28	13	11	13	11	9	17	8	17	19	19	18	19	7	8	11	9	7

„Man scheint der Wahrheit nahe zu sein," bemerkt Vincent, „wenn man annimmt, dass die Depressionscentren sich im Allgemeinen, und von den Ausnahmen abgesehen, bis 4^{h} vertiefen, und

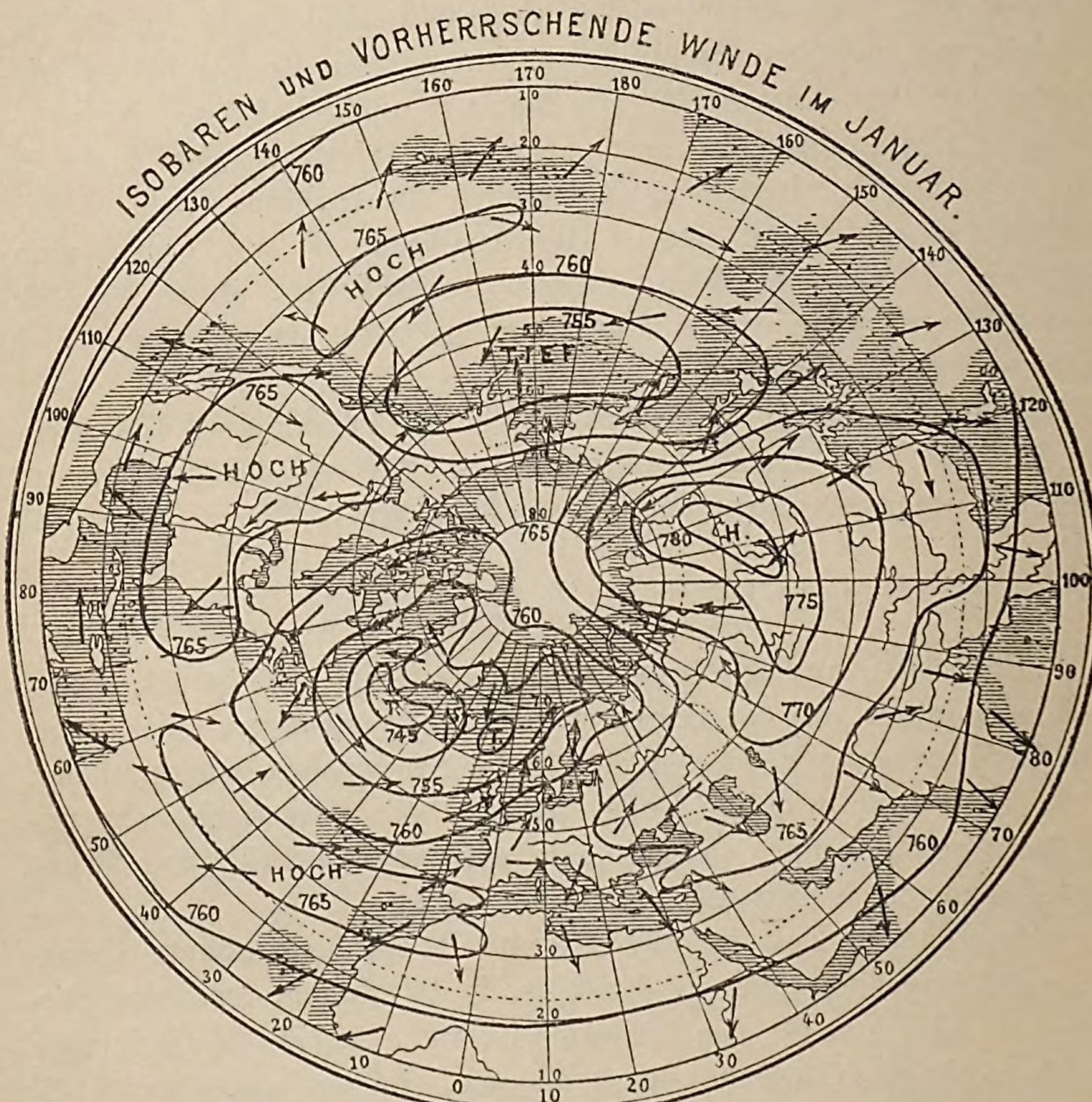


Fig. 15.

dass sie nachher bis 10^{h} sich theilweise füllen, und dass diese Aenderungen des Luftdruckes im Centrum stark genug sind, um in einem dem Minimum nahe liegenden Orte das Sinken, welches die Annäherung des Centrum allein wirksam erzeugen würde, in Steigen zu ändern, und das Steigen, welches das Entfernen des Centrums allein wirkend erzeugen würde, in Fallen umzuwechseln." —

Viel beträchtlicher und merkbarer ist die jährliche Periode

des Luftdruckes, entsprechend der fast ein halbes Jahr anhaltenden nach einer Richtung hin gehenden Wirksamkeit der Sonnenwärme. Insbesondere sind es die grossen Continenten, auf welchen sich die grossen regelmässigen Schwankungen des Luftdruckes in der jährlichen Periode vollziehen. In den Continenten wird im Sommer

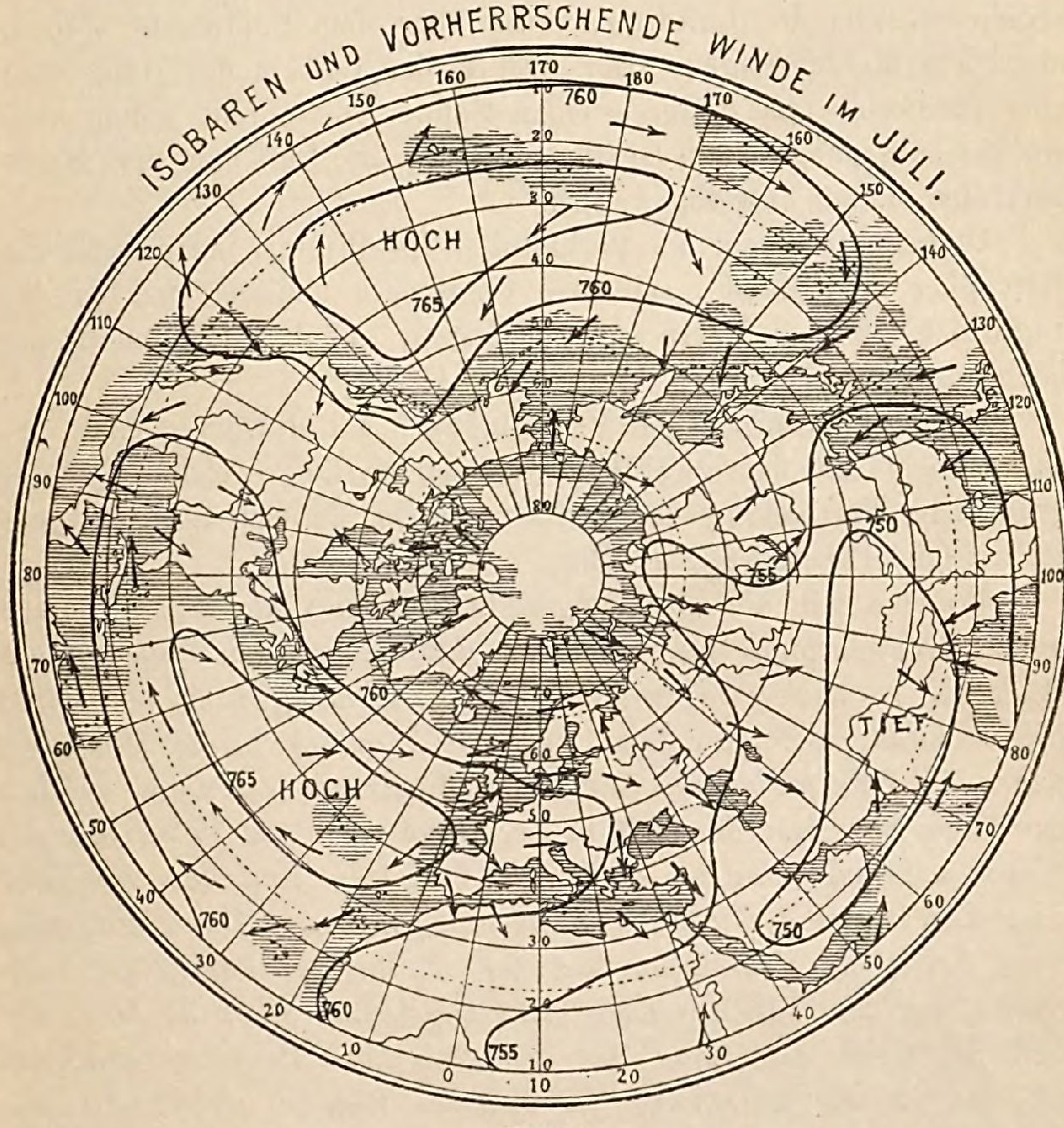


Fig. 16.

der Boden durch die Sonnenstrahlung erwärmt und mit ihm die direkt aufliegende Luftschicht; diese steigt in die Höhe und wird durch kühlere Luftmassen ersetzt, so dass ein beständiger vertikaler Luftwechsel entsteht, welcher nach Sonnenuntergang erlahmt und unterbrochen, aber nach Sonnenaufgang wieder fortgesetzt wird. So schreitet die Erwärmung nach und nach aufwärts bis zu den höheren Regionen der Atmosphäre vor. Die Folge hiervon ist

die Erhebung der ganzen Luftmasse über dem erwärmten Lande. In grösserer Höhe muss daher der Luftdruck grösser werden, als in der ganzen Nachbarschaft derselben horizontalen Schichte, und so entsteht ein Gefälle von dem Continente gegen das Meer und ein allseitiges Abfliessen der Luft nach dem Meere hin. Daher muss die Luftmasse im Sommer über dem Continente abnehmen, über dem Ocean zunehmen, oder der Luftdruck muss über dem Continente sinken, über dem Meere steigen. Der Abfluss der Luft in der Höhe wird aber theilweise ersetzt durch einen Zufluss von unten, indem hier, wo ein entgegengesetztes Gefälle statt hat, die Luft über dem Meere nach dem Lande angesogen wird.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse im Winter, indem jetzt die Luft über dem Meere nach dem Continente abfliesst und so der Luftdruck auf dem Meere am niedrigsten, auf dem Continente am höchsten wird.

Die eben besprochenen Verhältnisse des Luftdruckes sind veranschaulicht auf den zwei beigegebenen Karten, welche die geographische Vertheilung des Luftdruckes im Januar und Juli darstellen (siehe Seiten 132 u. 133).

Wenden wir die eben angestellten Betrachtungen auf unsere ganze Erdatmosphäre an, welche im Allgemeinen am Aequator am stärksten erwärmt wird, während die Erwärmung nach den Polen hin abnimmt, so folgt daraus, dass am Aequator in der Höhe ein gegen die Pole gerichtetes Gefälle (Gradient) existiren muss, welches zur Folge hat, dass die Luft in der Höhe nach den Polen hin abfliesst, während unten an der Erdoberfläche die Luft dem Aequator oder dem Gürtel der grössten Erwärmung zufliesst. Diese Strömung wird durch die Erdrotation auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links abgelenkt, allein da diese ablenkende Kraft dem Sinus der geographischen Breite proportional ist, so ist die Ablenkung in niederen Breiten nicht sehr bedeutend, insbesondere an der Erdoberfläche, wo noch die Reibung die Ablenkung verringert. Am Aequator selbst ist die Ablenkung Null.

Indem die Parallelkreise mit Zunahme der Breite immer enger werden, hören schon beim 30. Breitegrade die beiden Strömungen auf, und es häuft sich hier die über dem Aequator abgeflossene Luft zu Luftdruckmaxima an, welche zu beiden Seiten des Wärmegürtels die Passatzonen begrenzen.

Die von diesen Zonen hohen Luftdrucks in der Höhe nach den Polen hin abfliessende Luft erlangt mit zunehmender Breite eine

westöstliche Geschwindigkeit, welche, wie dargethan werden kann, beträchtlich grösser ist, als der Unterschied der anfänglichen Rotationsgeschwindigkeit eines Punktes der Erdoberfläche mit der in der betreffenden Breite. Hann[48]) weist nach, dass eine Luftmasse, welche am Aequator relativ in Ruhe war, wenn sie dem oberen Gradienten folgend polwärts abfliesst, unter 60° Breite als Maximum eine relative östliche Geschwindigkeit erlangen könnte, welche ½ mal so gross ist, als die Geschwindigkeit, mit welcher ein Punkt am Aequator rotirt, das wäre fast 700^{m} p. sec.

„Die in der Höhe gegen die Pole hin abfliessenden Luftmassen werden durch die Centrifugalkraft der Erdrotation von den Polen gleichsam weggeschleudert, und es bildet sich ein Wirbelring um jeden der Erdpole, in welchem die Luft von West nach Ost die Pole umkreist. Die Luft tritt an den Polen zurück und häuft sich in den mittleren Breiten an: es entspricht dieses dem subtropischen Gürtel höchsten Luftdruckes. Zu dem thermischen Gradienten tritt nun noch ein dynamischer Gradient hinzu, der durch den Einfluss der Rotationsbewegung auf die durch die ungleiche Wärmevertheilung in Gang gesetzte Luftcirculation zwischen Aequator und Pol ins Spiel kommt. In den niedrigen und mittleren Breiten stimmt der dynamische Gradient mit dem aus unseren früheren Erörterungen abgeleiteten thermischen Gradienten überein; er verstärkt nur die Luftanhäufung in den subtropischen Breiten, von welchen die Passate und unteren Westwinde ausgehen.

Dagegen würde sich die allgemeine Luftdruckabnahme in den höheren Breiten gegen die Pole hin, wie sie namentlich auf der südlichen Hemisphäre auftritt, durch aus den thermischen Gradienten allein hervorgehende Luftströmungen nicht erklären lassen. Man müsste in der Umgebung der Pole im Gegentheil ein Barometermaximum annehmen, weil die Luft sich dort, als über den kältesten Erdstellen, gerade so anhäufen müsste, wie über Ostasien im Winter. Durch die Erdrotation wird nun dieses direkte Abströmen der Luft gegen die Pole gehindert und ein Wirbel gebildet, in dessen Mitte der Luftdruck abnimmt, wie im Inneren einer gewöhnlichen Cyclone. Auch in diesem hat die Luft das Bestreben, dem Centrum zuzuströmen, wird aber durch die hinzutretende Centrifugalkraft daran gehindert. Ein wesentlicher Unterschied gegen eine gewöhnliche Cyclone liegt aber darin, dass bei dieser die Luft im Innern derselben emporsteigt, während sie in dem Wirbelring, der die Erdpole umgiebt, in einer herabsinkenden Bewegung begriffen ist.

Ferner nimmt in dem letzteren der gegen das Centrum gerichtete Gradient nach oben zu, und der thermische Gradient hat die entgegengesetzte Richtung (da die Pole kälter sind, als ihre Umgebung, die unteren Schichten also dichter); bei den gewöhnlichen Cyclonen nimmt der Gradient nach oben ab und geht sogar in grossen Höhen gewöhnlich in einen nach aussen gerichteten Gradienten über und die emporgestiegene Luft strömt desshalb nach aussen hin ab.

Die mechanischen Bedingungen der grossen allgemeinen Circulation der Atmosphäre und der daraus folgenden Luftdruckvertheilung hat der Amerikaner Ferrel entwickelt, das erste Mal schon im Jahre 1860. Seine grossartige, auf strengen mechanischen Principien beruhende Auffassung dieses Processes hat sich aber nur sehr langsam Bahn gebrochen[49]."

Hiermit im Einklange steht die von Ferrel angegebene mittlere Luftdruckvertheilung auf beiden Hemisphären nach Breitenkreisen (700^{mm} +)

Breite	0°	10°	20°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
Nordhemisphäre	58,0	57,9	59,2	61,7	62,4	62,0	61,5	60,7	59,7	58,7	58,2	58,6
Südhemisphäre	58,0	59,1	61,7	63,5	62,4	60,5	57,3	53,2	48,2	43,4	39,7	38,0

Hieraus folgt ein barometrisches Maximum auf der Nordhemisphäre bei 35° nördlicher Breite, auf der südlichen bei 30° südlicher Breite, und darauf eine allgemeine Abnahme des Luftdruckes nach den Polen hin, insbesondere auf der südlichen Hemisphäre, wo die eben erwähnte grosse Cyclone am ausgeprägtesten ist, wo aber auch die Westwinde schon jenseits des 40. Breitegrades neben grosser Beständigkeit eine ausserordentliche Lebhaftigkeit besitzen, wenigstens eine viel grössere als auf der nördlichen Hemisphäre.

In der jährlichen Periode erleiden diese allgemeinen Windverhältnisse mannigfache mit der Temperatur- und der davon abhängigen Luftdruckvertheilung zusammenhängende Modificationen. Die Zonen der Windstillen und der Passate verschieben sich mit dem Stande der Sonne oder vielmehr mit der Erwärmung der Erdoberfläche. Im Winter sind die Temperaturgegensätze zwischen den Tropen und den höheren Breiten am grössten, und hieraus ergiebt sich auch ein grösserer thermischer Gradient und damit auch eine grössere Intensität der oberen atmosphärischen Strömungen, insbesondere auf der nördlichen Hemisphäre, die wegen der grösseren Continentalmassen viel mehr erkaltet als die südliche.

Der Gegensatz in der Erwärmung von Land und Meer, der nicht minder beträchtlich ist, als derjenige von niederen und höheren

Breiten, lässt besondere Windsysteme zu Tage treten, welche den allgemeinen Circulationsprocess nicht unwesentlich modificiren. Auf den grossen Continenten Asiens und Nordamerikas liegen im Sommer grosse Depressionen, im Winter ausgedehnte und hohe barometrische Maxima, während über den Oceanen der Luftdruck im Laufe des Jahres im Durchschnitte wenig und theilweise im umgekehrten Sinne sich ändert, so dass eine beständige Luftcirculation unterhalten wird. Dazu kommt noch das häufige Auftreten kleinerer Luftwirbel oder barometrischer Depressionen, die, wie wir unten noch des Weiteren zeigen werden, der Bewegung der Gesammtluftmasse folgen.

Im Winter ist die Atmosphäre in grösster Thätigkeit, Luftdruck und Temperatur sind den grössten Aenderungen unterworfen und daher die Luftbewegung am lebhaftesten. Im Sommer dagegen ist der Temperaturunterschied zwischen Tropen und Pol am kleinsten und daher auch die Luftbewegung am geringsten. Die Luftcirculation zwischen Continent und Meer ist die umgekehrte wie im Winter.

Da die Temperaturdifferenzen auf der Südhemisphäre im Winter weitaus geringer sind, als auf der nördlichen (der Unterschied zwischen dem wärmsten und kältesten Breitegrade beträgt nur etwa 40^{0}, gegen 60^{0} auf der nördlichen Hemisphäre), so ist der Luftaustausch zwischen Tropen und höheren Breiten nicht viel lebhafter als im Sommer. Der Gegensatz von Wasser und Land ist auf der südlichen Hemisphäre fast nicht vorhanden, und daher ist auch die allgemeine Luftbewegung sehr regelmässig entwickelt und andauernd ausserordentlich lebhaft. Die Atmosphäre besitzt auf der südlichen Hemisphäre eine mehr gleichmässige Thätigkeit, als auf der nördlichen und dieses hat seinen Grund in der regelmässigen und gleichmässigen Vertheilung und der geringeren Veränderlichkeit der Temperatur, und damit in den geringeren Schwankungen des Luftdruckes.

Aus diesen Thatsachen ziehen wir den Schluss, dass die Witterung überhaupt auf der nördlichen Hemisphäre häufigeren und intensiveren Schwankungen unterworfen ist, als auf der südlichen Hemisphäre.

Wie bereits bemerkt, wird die allgemeine ostwärts gerichtete Luftbewegung in höheren Breiten sehr häufig mehr oder weniger alterirt, so dass man die ektropische Zone als das Gebiet der veränderlichen Winde bezeichnet hat. Der Grund dieser Ver-

änderlichkeit liegt darin, dass das Gleichgewicht der Atmosphäre durch die sehr verschiedene Erwärmung auf die mannigfachste Art gestört wird, so dass beständig in den verschiedenen Gegenden mit scheinbar regelloser Willkür barometrische Maxima und Minima auftreten, und unter den verschiedenen Umgestaltungen ganze Länderstrecken durchziehen. Jedes dieser Phänomene hat ein eigenes Windsystem, welches mit ihm weiter wandert, und daher der ständige Wechsel der Winde in unseren Gegenden.

Luftdruckvertheilung und Wind stehen mit einander in einem direkten und innigen Zusammenhang, so zwar, dass jede Aenderung der ersteren nothwendig eine unmittelbare Aenderung des letzteren nach sich zieht. Diese Beziehung zwischen Luftdruck und Wind ist durch das barische Windgesetz, oder Buys Ballot'sche Gesetz ausgedrückt, welches wir jetzt näher betrachten wollen (vergl. Theil I, pag. 287 ff.).

Es ist aus einfachen physikalischen Gründen klar, dass die Luft aus der Gegend des hohen Luftdruckes nach derjenigen des niedrigen hinfliessen muss, und zwar mit um so grösserer Intensität, je grösser die Luftdruckdifferenzen für dieselbe Entfernung, senkrecht zu den Isobaren gemessen, oder je grösser die Gradienten sind. Indessen erfolgt diese Ausgleichung nicht in gerader Linie senkrecht zu den Isobaren, wie es bei ruhender Erde der Fall sein würde, sondern in Folge der Erdrotation wird die Luft auf der nördlichen Hemisphäre beständig nach rechts (auf der südlichen nach links) abgelenkt, also gerade so, wie es bei den Passaten und Antipassaten der Fall ist. Denken wir uns nun irgend ein Gebiet, in welchem der Luftdruck überall nach einer Stelle hin abnimmt, so dass diese Stelle den niedrigsten Luftdruck aufweist, so werden die Lufttheilchen in der ganzen Umgebung nach dieser Stelle hingezogen, und werden, indem sie diesem Zuge Folge leisten, beständig nach rechts abgelenkt, wodurch um jene Stelle eine wirbelnde Bewegung entstehen muss, die um so lebhafter ist, je rascher der Luftdruck von der Stelle des tiefsten Barometerstandes nach der Umgebung hin anwächst. Ein solches System nennen wir einen atmosphärischen Wirbel, eine Cyclone oder eine Depression, und den Ort des tiefsten Barometerstandes das barometrische Minimum (übrigens gebraucht man den letzteren Ausdruck oft für das ganze System, also identisch mit Depression).

Das barometrische Minimum in der Depression, welche gewöhnlich einen Umfang von mehreren Tausend Quadratmeilen hat, oft ganz

Europa umfasst, fällt in den wenigsten Fällen mit dem geometrischen Centrum der Depression zusammen, sondern liegt gewöhnlich excentrisch; zuweilen giebt es in demselben Depressionsgebiete mehrere solcher Orte, welche in ihrer Umgebung eigene gesetzmässige Windsysteme haben.

Umgekehrt ist die Luftbewegung in einem Gebiete, welches einen Ort höchsten Luftdruckes oder ein barometrisches Maximum umgiebt (Anticyclone). Hier fliesst die Luft nach allen Seiten hin ab, ebenfalls nach rechts abgelenkt, so dass die Stelle des höchsten Luftdruckes im Sinne der Bewegung der Uhrzeiger umkreist wird (auf der nördlichen Hemisphäre; auf der südlichen umgekehrt).

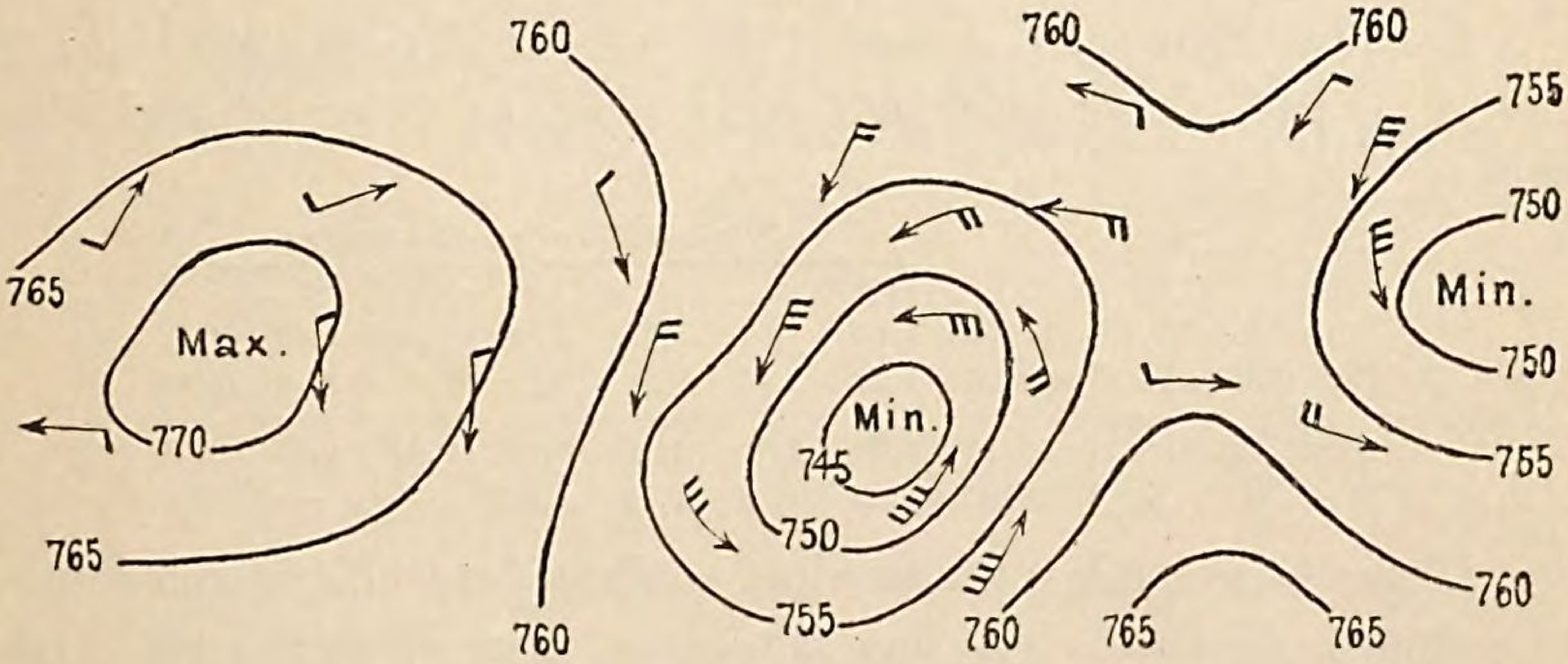


Fig. 17.

Die eben besprochenen Beziehungen zwischen Luftdruck und Luftbewegung erläutert für die nördliche Hemisphäre die obenstehende Figur, welche ohne weiteres verständlich ist.

Das barische Windgesetz in seiner jetzigen Form spricht das Abhängigkeitsgesetz zwischen Luftdruck und Wind mit folgenden Worten aus:

1) Kehrt man auf der nördlichen Hemisphäre dem Winde den Rücken zu, so zeigt die linke etwas nach vorn erhobene Hand den niedrigen Luftdruck, die rechte etwas nach hinten erhobene Hand den höheren. Auf der südlichen Halbkugel ist rechts mit links zu vertauschen. Ferner ist der Winkel zwischen der Windrichtung und der Richtung des Gradienten (Ablenkungswinkel) abhängig von der geographischen Breite, von der Grösse der Reibung und dem Zustande der Beschleunigung oder Verzögerung der Luftbewegung.

Auf der nördlichen Hemisphäre wehen also auf der Nordseite eines Minimums Winde zwischen Ost und Nord, auf der Westseite

zwischen Nord und West, auf der Südseite zwischen West und Süd und auf der Ostseite zwischen Süd und Ost; dagegen auf der Nordseite eines Maximums herrschen Winde zwischen Süd und West, auf der Westseite zwischen Süd und Ost, auf der Südseite zwischen Nord und Ost und auf der Ostseite zwischen Nord und West.

2) Der Wind weht unter übrigens gleichen Umständen um so stärker, je grösser der am Orte wirksame Gradient (Druckunterschied in Millimetern für die Entfernung von 111^{km} oder einem Aequatorialgrade, gemessen senkrecht zur Isobare). Das Verhältniss zwischen Windgeschwindigkeit und Gradient ist ebenfalls abhängig von der geographischen Breite, von der Grösse der Reibung und von der Beschleunigung oder Verzögerung der Luftmassen.

Für die Jahre 1877 und 1878 erhielt Sprung[50]) für die deutsche Küste folgende Beziehungen zwischen Gradient und Windstärke:

		Windstärke (Beaufort-Skala)						
		2	3	4	5	6	7	8
Gradient für S + SW + W	1877	1,40	1,68	2,03	2,39	3,01	3,58	4,62
	1878	1,34	1,69	2,04	2,49	2,99	3,55	(4,35)
Gradient für N + NE + E	1877	0,88	1,15	1,41	1,78	1,85	2,93	—
	1878	1,05	1,22	1,50	1,85	—	—	—

Dieses Gesetz gilt ausnahmslos, so dass die wenigen scheinbaren Ausnahmen, die man hin und wieder in den Wetterkarten findet, jedenfalls irrthümlichen Beobachtungen oder ganz örtlichen Einflüssen zuzuschreiben sind. Ein besonderes Beispiel wollen wir hier nicht geben, da alle diesem Buche beigegebenen Wetterkarten diesem Zwecke dienen können: überall, wohin man blickt, findet man das Gesetz bestätigt.

Dieses Gesetz bildet den Grundstein der modernen Meteorologie und fast Hand in Hand mit seiner allmählichen Ausbildung gingen die Fortschritte der Meteorologie, die hierdurch nach und nach einen vollständigen Umschwung erfuhr.

Die Vertheilung der vorherrschenden Winde für Januar und Juli sind auf unseren Luftdruckkarten für diese Monate übersichtlich dargestellt (vergl. oben Fig. 15 und 16). Die allgemeine atmosphärische Circulation, so weit es für unsere Zwecke nothwendig erschien, haben wir bereits oben besprochen, wir wollen uns daher darauf beschränken, die vorherrschenden Winde hier kurz zu erwähnen, welche Europa und den angrenzenden atlantischen Ocean betreffen.

Im Januar erstreckt sich der Nordostpassat bis zum 30. Breite-

grade. Auf der östlichen Seite des nördlichen atlantischen Oceans wehen südwestliche Winde, die sich weit ostwärts über fast ganz Europa nach Westsibirien erstrecken. Im hohen Norden dagegen sind nordöstliche und östliche Winde vorherrschend. Auch in den östlichen Gebietstheilen des Mittelmeerbeckens sind die nordöstlichen Winde am häufigsten. Hann giebt in seiner Erdkunde[51]) folgende Zusammenstellung der Häufigkeit der verschiedenen Winde in Westeuropa im Winter (Procente):

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
6	8	9	11	13	25	17	11

Im Juli ist die Grenze des Nordostpassates etwas nordwärts gerückt. Das System der südwestlichen Winde beherrscht den ganzen nordatlantischen Ocean von der Passatgrenze bis weit nach Grönland hinauf. In Europa treten die westlichen und nordwestlichen Winde mehr in den Vordergrund, als im Winter, wie folgende Zusammenstellung für Westeuropa (ebenfalls nach Hann) deutlich zeigt:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	8	7	7	10	22	21	17

An einigen Orten kommen rein örtliche Luftströmungen, Localwinde, zur Geltung, von denen wir hier nur die Gebirgswinde nach Hann[52]) kurz besprechen wollen.

Das Gebirge hat in Bezug auf die Winde eine zweifache Wirksamkeit, indem es einerseits selbstständig gewisse Luftströmungen hervorruft und andererseits die allgemeinen Luftströmungen mannigfach modificirt.

Wenn nicht heftigere allgemeinere Luftströmungen herrschen, ist in den Thälern die Luftbewegung bei Tage thalaufwärts, bei Nacht thalabwärts gerichtet. Am Comersee heisst der Tagwind „la breva“, der Nachtwind „Tivano“, am Gardasee heisst der Südwind, welcher im Sommerhalbjahr von $10\frac{1}{2}^h$ a. m. bis 3^h p. m. vom unteren zum oberen Ende des Sees weht, „Ora“, der weniger regelmässig wehende Nachtwind „Sover“. Auf den Seen des österreichischen Salzkammergutes wird der Tagwind „Unterwind“, der Nachtwind „Oberwind“ genannt.

„In den Alpenthälern gilt es als populäre Wetterregel, dass das Ausbleiben des täglichen Windwechsels einen Witterungsumschlag, d. h. schlechtes Wetter bedeutet, und im Allgemeinen mit einigem Rechte, weil es anzeigt, dass eine kräftige allgemeine Luftströmung

die locale unterdrückt und die erstere für das Gebirge meist Wolken und Regen bringt.“

Da der Nachtwind Kühlung hervorruft und vielfach, insbesondere wenn er sich aus engen Thälern in stark erwärmte Niederungen ergiesst, lebhafter ist, als der Tagwind, zieht er ganz besonders unsere Aufmerksamkeit auf sich, mehr als der Tagwind.

„Der Thalwind an der Mündung des grossen Münsterthales im Elsass weht jeden Abend nach warmen windstillen Tagen aus diesem Thale heraus, hält die ganze Nacht an und verbreitet in den Ebenen von Colmar bis in grosse Entfernung hin Kühlung. Im Rheinthal ist der „Wisperwind“ bekannt, der als kalter Luftstrom aus dem Wisperthal, das bei Lorch senkrecht auf das Rheinthal einmündet, hervorkommt. Dieses lange Thal hat viele enge Neben- und Seitenthäler mit zahlreichen schluchtenartigen Thalwurzeln, die Temperatur in denselben ist oft um mehr als 10° niedriger als im Rheinthal. Der Wisperwind weht nur beim kalten Wetter, besonders in der wärmeren Jahreszeit. Er beginnt während der Nacht, sehr häufig schon des Abends und dauert bis gegen 9^h zuweilen bis 10^h Morgens. Er schadet zuweilen im Frühjahr durch seine Kälte den blühenden Obstbäumen und den Reben des Rheingaues. In der wärmeren feuchten Luft über dem Rhein erzeugt er oft Nebel. Bei Tag weht auch im Wisperthal der Wind aufwärts; dieser aufwärts steigende Wind ist aber unbenannt und den Bewohnern unbekannt, obgleich er nach Berger sehr deutlich auftritt.“

Der Grund dieser periodischen Winde liegt offenbar in Wärmewirkungen. Am Tage wird die dem Boden aufliegende Luftschichte erwärmt, die isobarischen Flächen heben sich in der Weise, wie wir es oben dargestellt haben, es entsteht ein Gefälle nach den Bergabhängen hin, und die Luft fliesst nun diesen zu. Wird nun noch der Bergabhang durch Sonnenstrahlung erwärmt und so die ihm unmittelbar anliegende Luftschichte durch Ausdehnung leichter gemacht, so wird die Luft am Abhange emporsteigen müssen, um so lebhafter, je stärker die beiden eben angegebenen Kräfte in Wirksamkeit treten.

Des Nachts neigen sich die isobarischen Flächen nach unten, die Luft an den Bergabhängen erhält ein Gefälle thalabwärts und fliesst, da sie in Berührung mit dem Erdboden sich abgekühlt hat und also schwerer geworden ist, am Bergabhange thalwärts ab.

Die eben besprochene Luftbewegung ist für die Witterungserscheinungen im Gebirge von grosser Bedeutung. Der Tageswind

führt den Wasserdampf der unteren Luft den Gebirgshöhen zu, er verdichtet sich beim Aufsteigen durch Abkühlung zu Nebel, Wolken und Regen, die nicht selten von elektrischen Entladungen begleitet sind. Daher im Gebirge die Häufigkeit der Nachmittagsregen, im Sommer die grosse Gewitterfrequenz am Nachmittage und die Neigung zum Aufklaren am Abend, Erscheinungen, die zwar nicht nur auf das Gebirge selbst beschränkt sind, aber doch in diesem besonders deutlich auftreten.

Eine Modification der allgemeinen Luftströmung ist der Föhnwind, ein warmer, trockener Luftstrom, der von den Alpenkämmen sich ins Thal ergiesst. In den Alpen liegt das Hauptgebiet des Föhn zwischen Genf und Salzburg und erstreckt sich südwärts bis zur Hauptalpenkette. Seine Wirkung dehnt sich nur wenig über den Nordfuss der Alpen hinaus. Früher führte man die Ursache des Föhns auf die grosse Wärme und Trockenheit der Saharawüste zurück, indessen haben neuere Untersuchungen gezeigt, insbesondere das Studium der synoptischen Karten, dass die Entstehung des Föhns mit dem Erscheinen und längeren Verweilen barometrischer Depressionen in dem Gebiete nördlich von den Alpen zusammenhängt, so dass zum Ersatze der aus den Alpenthälern in den Luftwirbel hineingezogenen Luftmassen die Luft über dem Gebirge und jenseits desselben an den Abhängen herunterfliesst. Die grosse Wärme und Trockenheit dieses Windes finden ihre einfache Erklärung durch die Erwärmung des absteigenden Luftstromes, welche für je 100^m Abnahme der Seehöhe 1^0 beträgt, ein für die Entwickelung der Meteorologie höchst wichtiger Nachweis, den wir vor Allem Hann verdanken.

Nicht allein im Gebirge, sondern auch auf dem flachen Lande giebt es eine tägliche Periode des Windes, welche sich mit grosser Entschiedenheit überall ausspricht und zwar in Bezug auf Stärke und Richtung des Windes. In der täglichen Periode erreicht die Windstärke ein Maximum ungefähr mit dem Eintritte der höchsten Temperatur (in Hamburg und Dresden um 1^h p. m., in Wien und Liverpool um $1^1/_2{}^h$ p. m., in Prag und Oxford um 2^h p. m., in Bern um 3^h p. m., in Rom um $3^1/_2{}^h$ p. m. im Jahresmittel) und ein Minimum am frühen Morgen*). Auf offenem Ocean ist die tägliche Schwankung fast Null und in den Küstengewässern ist sie abgeschwächt. Die Steigerung der Windstärke am Vormittag bis Nach-

*) Vergl. die Fussnote auf Seite 40.

mittags ist an heiteren Tagen grösser, als an trüben; in manchen Klimaten erreicht diese Anschwellung des Windes die Stärke eines Sturmes, auch in unseren Gegenden ist dieselbe beträchtlich und in der Praxis nicht zu vernachlässigen, wie folgende Zusammenstellung der Mittelwerthe aus den Aufzeichnungen des Anemometers in Swinemünde aus dem Jahre 1876—78, wobei 116 heitere Tage und 247 trübe in Rechnung kamen (die Zahlen bedeuten Meter per Secunde [53]):

Vormittags.

		12—1h	1—2h	2—3h	3—4h	4—5h	5—6h	6—7h	7—8h	8—9h	9—10h	10—11h	11—12h
Frühling	heiter	3,44	3,92	3,72	3,35	3,24*	3,77	3,99	4,16	4,73	5,13	5,53	5,81
	trübe	5,52	5,43*	5,55	5,71	6,03	6,15	5,91	6,16	6,28	5,90	5,99	6,55
Sommer	heiter	2,37	2,32	2,23	2,30	2,03*	2,27	2,66	2,97	3,45	3,84	4,30	4,88
	trübe	4,09	4,10	3,99*	4,09	4,23	4,65	4,59	4,50	4,89	5,38	5,27	5,40
Herbst	heiter	3,47	3,49	3,68	3,69	3,83	3,66	3,59	3,86	4,42	4,85	5,37	**5,66**
	trübe	4,74	4,85	4,97	5,06	5,08	4,99	5,17	5,33	5,46	5,35	5,38	5,52
Winter	trübe	5,35	5,55	5,42	5,44	5,38	5,28*	5,36	5,46	5,67	5,68	5,51	5,80

Nachmittags.

		12—1h	1—2h	2—3h	3—4h	4—5h	5—6h	6—7h	7—8h	8—9h	9—10h	10—11h	11—12h
Frühling	heiter	6,31	**6,74**	6,72	6,60	6,57	5,79	5,10	4,72	4,18	3,73	3,59	3,61
	trübe	**6,64**	6,55	6,52	6,62	6,50	6,54	6,38	6,40	6,22	6,23	5,68	5,76
Sommer	heiter	5,05	**5,37**	5,11	5,05	4,89	4,90	4,01	3,35	3,09	2,72	2,39	2,44
	trübe	5,15	5,14	5,24	**5,49**	5,17	5,14	4,83	4,70	4,80	4,98	4,56	2,44
Herbst	heiter	5,51	5,29	5,31	4,91	4,45	4,17	3,75	3,75	3,72	3,58	3,23*	3,61
	trübe	5,57	5,48	5,32	5,40	5,05	5,20	5,15	4,70*	5,08	4,84	4,71	4,78
Winter	trübe	6,02	5,79	5,81	5,67	5,69	5,71	5,61	5,47	5,70	5,73	5,68	5,62

Der Betrag der Schwankung der Windstärke in der täglichen Periode ist also hiernach nicht unbeträchtlich; an heiteren Tagen ist die Windstärke in den ersten Nachmittagsstunden durchschnittlich fast doppelt so gross, als um Mitternacht.

Eine Erklärung dieser täglichen Periode gab schon 1841 Espy[54]), jedoch ohne Beweisführung. Dieselbe Erklärung mit eingehender Begründung gab in neuester Zeit Köppen[55]), indem er die Verstärkung des Windes während des Tages auf dem Lande auf einen vertikalen Luftaustausch zurückführte, welcher durch die Erwärmung des Bodens eingeleitet wird und welcher die stets stärker bewegten oberen Luftschichten herunterzieht, indem diese die erwärmte aufsteigende Luft ersetzt.

Ausser der täglichen Periode der Windstärke giebt es noch eine solche für die Windrichtung, so zwar, dass in der nördlichen Hemisphäre auf dem flachen Lande der Wind die Tendenz hat, am Vormittage mit dem Uhrzeiger, am Nachmittage gegen denselben zu drehen, auf Berggipfeln ist die Drehung des Windes eine umgekehrte[56]).

Der Zusammenhang des Windes mit einzelnen meteorologischen Elementen, welcher in den verschiedenen Windrosen seinen Ausdruck findet, werden wir erst weiter unten näher betrachten können, wenn wir jene näher besprochen haben. Im Anschlusse an die Winde wollen wir noch das Wichtigste über eine Erscheinung anführen, die für die praktische Meteorologie eine sehr grosse Bedeutung hat, nämlich über die Meeresströmungen.

c) Meeresströmungen.

Die Meeresströmungen stehen mit den vorherrschenden Winden in engster Verknüpfung, so dass jene mit den vorherrschenden Windrichtungen mit geringen Ausnahmen übereinstimmen. Ebenso wie die Winde, so umkreisen auch die Meeresströmungen im Allgemeinen die grossen barometrischen Maxima und Minima auf den Oceanen, also für die nördliche Hemisphäre liegt an der linken Seite des barometrischen Maximums in niederen Breiten (bei 30° nördl. Breite) die warme, an der rechten die kalte Strömung, an der linken Seite des Depressionsgebietes der höheren Breite die kalte, an der rechten Seite die warme Strömung.

Eine einfache Folge dieser Strömungen ist für die niederen Breiten Abkühlung der Westküsten der Festländer und Erwärmung

der Ostküsten, für höhere Breiten Erwärmung der Westküsten und Abkühlung der Ostküsten.

Für unsere Zwecke von Wichtigkeit ist der Golfstrom des atlantischen Oceans, welcher als Fortsetzung der Aequatorialströmung aus dem mexikanischen Golf heraustritt und längs der nordamerikanischen Ostküste mit grosser Geschwindigkeit fortfliesst. Nach und nach rechts ablenkend und an Geschwindigkeit verlierend, aber an Mächtigkeit zunehmend, nimmt er seinen Weg quer über den Ocean. Bei 25° westlicher Breite (von Greenwich) theilt er sich in 2 Arme, der eine Theil wendet sich nach den Küsten Portugals und nach den Cap-Verde'schen Inseln, während der andere Theil an den britischen Inseln vorüber der norwegischen Küste zufliesst und weithin über den Polarkreis hinaus seine Existenz noch zu erkennen giebt.

Die Wirkung des Golfstromes auf die Witterungserscheinungen und das Klima von Europa, insbesondere der Nordwesthälfte Europas sind von ausserordentlicher Bedeutung.

Die hohe Temperatur des Golfstromes theilt sich offenbar der Luft mit und daher das milde Klima des nordwestlichen Europas. Die warme feuchte Luft, welche durch die Winde vom atlantischen Meere auf unseren Continent getragen wird, muss sowohl die Bewölkung als die Niederschläge in Westeuropa erhöhen, insbesondere in der kälteren Jahreszeit, wo die feuchte Seeluft beim Betreten des kalten Landes sich abkühlt und ihren Wasserdampf in ergiebigen Regenfällen verliert. Endlich stehen die Häufigkeit und die Zugsrichtung der barometrischen Depressionen in Westeuropa mit den Zuständen auf dem atlantischen Ocean, insbesondere mit dem Golfstrome, in inniger Verbindung, wie wir unten noch des Näheren zeigen werden.

d) Feuchtigkeit der Luft, Thau, Nebel und Wolken.

Ueber die Vertheilung des Wasserdampfes in unserer Atmosphäre sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft, obgleich dieselbe bei unseren Witterungsvorgängen eine nicht untergeordnete Rolle spielt. In den unteren Luftschichten ist der Wasserdampfgehalt der Luft von rein örtlichen Verhältnissen abhängig, mit der Höhe nimmt er ziemlich rasch ab, rascher, als es einer freien Dampfatmosphäre entsprechen würde. Da auch eine gleichmässige Vermischung der Luft mit Wasserdampf nicht stattfindet, so ist es unrichtig, wenn man nach Dove's Vorgang, um den Druck

der trockenen Luft zu erhalten, den Druck des Wasserdampfes von dem Barometerstande abzieht.

Man unterscheidet absolute Feuchtigkeit oder die Menge (oder den Druck) des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes und relative Feuchtigkeit, oder das in Procenten ausgedrückte Verhältniss der in der Luft wirklich enthaltenen Dampfmenge zu derjenigen, welche sie bei der herrschenden Temperatur enthalten könnte.

Der Dampfgehalt hat eine tägliche und eine jährliche Periode, welche derjenigen der Lufttemperatur im Allgemeinen ähnlich ist. In der täglichen Periode zeigen sich bei den Binnenlandstationen 2 Maxima am Vor- und Nachmittage, die durch ein geringfügiges secundäres Minimum am Mittage von einander geschieden sind.

Die Luft kann bei bestimmter Temperatur und einem bestimmten Luftdrucke nur eine begrenzte Menge Wasserdampf enthalten; enthält sie die grösstmöglichste Dampfmenge, so nennen wir sie gesättigt, und die Temperatur, bei welcher dieses der Fall ist, heisst der Thaupunkt. Gewöhnlich ist die Luft nicht im Zustande der Sättigung, aber diese tritt ein, sobald wir sie hinreichend abkühlen. Jede weitere Temperaturerniedrigung ist mit einer Condensation eines Theiles des Wasserdampfes verbunden, welcher sich unter Freiwerden von Wärme als flüssige oder feste Masse ausscheidet.

Die Formen, unter welchen sich der Wasserdampf der Luft ausscheidet, sind sehr verschieden, und werden bezeichnet als Thau, Reif, Nebel, Wolken, Regen, Schnee und Hagel, welche Formen wir hier, soweit es für unsere Zwecke nothwendig erscheint, besprechen wollen.

Thau nennt man den Niederschlag am Erdboden, welcher dadurch entsteht, dass durch Erkältung der Erdoberfläche die dieser anliegende Luftschichte unter dem Thaupunkt abgekühlt wird. Der Thaubildung günstig sind alle Umstände, wodurch die Ausstrahlung des Erdbodens begünstigt wird, also klare Luft und ein Boden, der die Wärme leicht ausstrahlt (z. B. Rasen). Die Thaubildung findet also in der Nacht statt. Erkaltet die Erdoberfläche unter dem Gefrierpunkte (Nachtfrost), so setzt sich der Wasserdampf in fester Form ab, die wir Reif nennen. Die Condensation des Wasserdampfes bei der Thau- und Reifbildung wirkt der weiteren Erkaltung des Erdbodens entgegen, indem durch diesen Process eine reichliche Menge Wärme frei wird, die vorher nicht zur Wirksamkeit gelangte, so dass aus diesem Verhalten die praktisch wichtige Folgerung gezogen werden kann, dass auch bei klarer Nacht Nachtfrost um so

weniger zu befürchten ist, je weiter der Thaupunkt über dem Gefrierpunkte liegt.

Nebel ist condensirter Wasserdampf, welcher in fein vertheiltem Zustande in der unteren Atmosphäre sich befindet. Die Nebel entstehen durch Mischung verschieden temperirter Luftmassen oder durch Abkühlung der unteren Luftschichten an der Erdoberfläche. Beispiele der ersteren Art sind die Nebel, welche über Seen, Flussthälern, feuchten Wiesen entstehen, wenn diese wärmer sind, als die darüber liegenden Luftmassen. Die unmittelbar aufliegende Luft wird erwärmt, sättigt sich mit Wasserdampf, steigt wegen ihres geringeren specifischen Gewichtes in die Höhe, kühlt sich ab und scheidet einen Theil ihres Wasserdampfes als Nebel aus.

Befindet sich der Nebel in grösserer Höhe über der Erdoberfläche, so nennt man ihn Wolke. Die Ursache der Wolkenbildung ist in der Regel die Abkühlung eines aufsteigenden Luftstromes unter den Thaupunkt. Wenn nämlich Luft aufsteigt, dehnt sie sich aus und kühlt sich ab und zwar um nahezu 1^0 für jede 100^m Erhebung. Dabei wird sie sich immer mehr der Sättigung (dem Thaupunkte) nähern, und zwar um so eher, je feuchter sie ist. Ist aber diese erreicht, dann wird bei weiterer Abkühlung der Condensationsprocess beginnen, aber durch das Freiwerden der Wärme wird die weitere Abkühlung mit der Höhe erheblich verlangsamt werden. Dauert das Steigen des Luftstromes nun noch fort, so wird dieser endlich eine Region erreichen, wo die Temperatur so niedrig ist, dass sich der ausgeschiedene Wasserdampf in sehr feine Eisnadeln verwandeln wird.

Es ist bekannt, dass die Berggipfel vielfach von Wolken umgeben sind, auch wenn die freie Atmosphäre keine Trübung zeigt; der Grund liegt entweder in der erkaltenden Wirkung des Berggipfels selbst, oder an Luftströmen, die gezwungen werden, am Bergabhange emporzusteigen.

Eine Eintheilung der Wolken nach strengen wissenschaftlichen Principien, die nur einigermassen eine scharfe Unterscheidung zulassen könnte, ist bis jetzt noch nicht geschaffen worden. Die ältere bekannte Eintheilung der Wolken rührt von Luke Howard[57]) her. Obgleich man in jener Zeit nur sehr rohe Vorstellungen über atmosphärische Vorgänge hatte und man von der wahren Ursache der Entstehung der Wolken keine Ahnung hatte, so stellte dieser ausgezeichnete und scharfe Beobachter doch ein System auf, welches trotz der neueren Bestrebungen, insbesondere durch Poëy[58]), eine

mehr wissenschaftliche Eintheilung der Wolken zu schaffen, bis zu unserer Zeit allgemein verbreitet ist. Aus diesem Grunde wollen wir die Howard'sche Eintheilung, so ungenügend sie auch sein mag, der Hauptsache nach besprechen und die Entstehungsweise oder Umwandlung der einzelnen Wolkenformen kurz zu erläutern versuchen [59]) (vergl. die Wolkentafel neben dem Titelblatt).

Wie bereits eben bemerkt wurde, verdichtet sich der aufsteigende Luftstrom je nach seiner ursprünglichen Feuchtigkeit in geringerer oder grösserer Höhe zur Wolke. Ist im Uebrigen die Luft ruhig, oder sind die Winde am Erdboden und in der Höhe der Richtung und Stärke nach ziemlich gleich, so bildet sich eine abgerundete, ziemlich scharf begrenzte Wolkenmasse, welche unter dem Namen Haufen- oder Cumuluswolke bekannt ist (vergl. Wolkentafel e). Diese Wolkenform ist besonders an ruhigen heiteren Sommertagen zu beobachten, wo sie meistens nach Sonnenaufgang entsteht, bis zur höchsten Tageswärme zunimmt und dann allmählich verschwindet. Da durch Verdichtung des Wasserdampfes Wärme frei wird, so erhält die aufsteigende Luft bei der Wolkenbildung einen neuen Auftrieb, und so kann sich diese Wolke bis zu bedeutender Höhe erheben.

Haben die unteren und oberen Luftströmungen verschiedene Richtungen, oder sind die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Höhen verschieden, dann wird die Wolke streifenförmig auseinandergezogen und erhält so eine geschichtete Lagerung. Diese Wolke, Schicht- oder Stratuswolke genannt, erscheint als eine lang hingezogene Schichte, die oft den ganzen Himmel teppichartig überzieht (vergl. Wolkentafel f); ihre Streifungsrichtung, wenn solche vorhanden ist, ist bedingt durch die Richtung des Oberwindes in Bezug auf diejenige des Unterwindes. Ein gutes Bild dieser Wolke gewähren die langgestreckten bandartigen Nebelstreifen, welche sich an heiteren Sommertagen sehr häufig über Wiesengründen hinziehen.

Eine Combination beider Wolken sind Cumulo-stratus (vergl. Wolkentafel g) und Strato-cumulus (vergl. Wolkentafel h unten Wulst-cumulus).

Gelangt die Wolke mit dem aufsteigenden Luftstrom zu den höheren Regionen der Atmosphäre, dorthin, wo ein Abströmen der emporgestiegenen Luftmassen stattfindet, so wird sie von diesem Strom erfasst und mit fortgerissen, und überzieht jetzt das Himmelsgewölbe bald in feinen Fäden, bald mit zartem Schleier, dessen Struktur vielfach nicht zu erkennen ist. Es ist diejenige Wolke,

welche unsere Sonnen- und Mondhöfe bedingt. Diese Wolkenart, welche zum Verständnisse der Witterungsvorgänge sehr wichtige Aufschlüsse giebt, wird Feder- oder Cirruswolke genannt (vergl. Wolkentafel a a, a,, b). Die Federwolken haben sehr verschiedenartige Gestaltungen, bald sind sie einfach geradlinig, bald quergestreift, bald gebogen, gerollt, bald filzartig oder schleierähnlich. Wenn man auch über die Entwickelung und Bedeutung dieser so ausserordentlich mannigfachen Formen bis jetzt noch ganz im Unklaren ist, so scheint doch ein inniger Zusammenhang dieser Formen mit den atmosphärischen Zuständen und deren Aenderungen obzuwalten, so dass das Studium dieser Beziehungen durchaus lohnend sein dürfte. Manchmal durchfurchen mächtige Bänder dieser Cirrusstreifen den ganzen sichtbaren Himmel und scheinen dann, in Folge der Perspective, nach zwei gegenüberliegenden Punkten des Horizontes (den Radianten) zu convergiren, ähnlich wie die Bäume an unseren Landstrassen. Diese Bildungen wurden von Humboldt mit dem wenig passenden Namen „Polarbande“ benannt.

Als Unterabtheilungen erwähne ich noch zwei Wolkenformen, nämlich die Cirro-cumulus- und die Cirro-stratuswolke. Die erstere ist zusammengesetzt aus kleinen, zarten Wölkchen auf blauem Grunde, während die letztere dichtere Wolken darstellt, die oft als eine ununterbrochene Schichte teppichartig den Himmel überziehen, oder am Horizonte in schmalen Streifen liegen. Beide Wolkenarten befinden sich in sehr grosser Höhe, wie die eigentliche Cirruswolke.

Für die Praxis genügt die Unterscheidung in untere und obere (cirröse) Wolken, von denen die ersteren nach Vettin[60]) für Berlin im Mittel eine Höhe bis etwa 2000^{m} (nach Hildebrandsson[61]) für Upsala aus 50 Beobachtungen durchschnittlich von 1710^{m}), die letzteren von ca. 4000 bis 8000^{m} (nach Hildebrandsson ebenfalls aus 50 Beobachtungen durchschnittlich von 7460^{m}) erreichen.

Die scheinbare Geschwindigkeit der Wolken nimmt mit der Höhe ab, so dass die in den höchsten Regionen schwebenden Cirruswolken ihren Ort kaum zu ändern scheinen, in Wirklichkeit aber verhält sich die Sache umgekehrt: die wahre Geschwindigkeit des Wolkenzuges wächst mit der Höhe.

Man kann annehmen, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit der cirrösen Wolken mehr wie 3mal so gross ist, als die des Unterwindes. Unter der tiefsten Grenze derselben findet eine Verzögerung der Geschwindigkeit statt und dieses scheint mit dem Um-

stande im Zusammenhange zu stehen, dass in dieser Höhenschichte die Wolkenbildung und die Niederschläge am stärksten sind.

Die Bewölkung hemmt die Insolation und Ausstrahlung, hat also einen direkten Einfluss auf die Wärmeerscheinungen auf unserer Erde und ist daher ein wichtiges meteorologisches Element.

Für den Bewölkungsgrad giebt es eine tägliche und jährliche Periode der Bewölkung. In der folgenden Tabelle gebe ich nach Liznar[62]) den täglichen Gang der Bewölkung für Crefeld und Wien, und zwar die Differenzen des Mittels gegen die einzelnen Stundenwerthe.

Stunde	Crefeld (7 Jahre)					Wien (1852—60)				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .	0, . .
1h a. m.	— . 16	— . 27	— . 81	— . 57	— . 45	— . 42	— . 38	— . 33	— . 55	— . 42
2	. 06	— . 05	— . 64	— . 36	— . 25	— . 37	— . 25	— . 26	— . 29	— . 32
3	. 26	. 16	— . 45	— . 10	— . 03	— . 19	— . 13	— . 18	— . 17	— . 17
4	. 43	. 35	— . 22	. 24	. 20	— . 01	— . 01	— . 12	. 06	— . 02
5	. 55	. 50	. 03	. 54	. 40	. 16	. 09	— . 04	. 32	. 13
6	**.60**	**.60**	. 22	. 75	. 54	. 33	. 19	. 02	. 54	. 27
7	. 57	**.60**	. 33	**. 77**	**. 57**	. 41	. 26	. 06	**. 62**	. 33
8	. 40	. 54	. 33	. 59	. 47	**.43**	. 28	. 06	. 60	**. 34**
9	. 21	. 46	. 28	. 45	. 35	. 39	. 26	. 02	. 48	. 28
10	. 14	. 42	. 42	. 36	. 34	. 32	. 24	. 02	. 31	. 22
11	. 15	. 40	. 59	. 30	. 36	. 24	. 26	. 08	. 18	. 19
Mittag	. 18	. 39	**.63**	. 25	. 36	. 17	. 36	. 20	. 09	. 19
1h p. m.	. 20	. 37	**. 63**	. 20	. 35	11	. 36	. 34	. 07	. 22
2	. 16	. 26	. 60	. 16	. 30	07	**.39**	. 46	. 09	. 25
3	. 07	. 10	. 53	. 13	. 21	04	**.39**	**. 51**	. 14	. 27
4	. 03	— . 03	. 43	. 17	. 15	01	. 35	. 47	. 16	. 24
5	— . 04	— . 14	. 32	. 16	. 08	— . 02	. 26	. 35	. 13	. 18
6	— . 28	— . 42	. 17	— . 02	— . 14	— . 04	. 13	. 20	. 04	. 08
7	— . 55	— . 72	— . 01	— . 43	— . 43	— . 10	— . 10	. 00	— . 12	— . 08
8	— . 68	— . 85	— . 29	— . 56	— . 59	— . 17	— . 34	— . 20	— . 30	— . 28
9	— . 72*	— . 37*	— . 57	— . 73	— . 72	— . 25	— . 62	— . 36	— . 46	— . 43
10	— . 66	— . 79	— . 78	— . 80	— . 76*	— . 32	— . 67*	— . 44*	— . 60	— . 51
11	— . 53	— . 05	— . 88*	— . 81*	— . 72	— . 39	— . 61	— . 43	— . 66*	— . 53*
Mittern.	— . 35	— . 17	— . 88*	— . 73	— . 61	— . 43*	— . 51	— . 30	— . 64	— . 50
Mittel	7,42	6,45	6,04	6,65	6,64	6,95	5,50	4,47	5,74	5,67

Hiernach fällt das Maximum der Bewölkung im Jahresmittel für Crefeld und Wien auf 7^h resp. 8^h a. m., im Sommer verspätet es sich auf Mittag resp. Nachmittag, das Minimum fällt auf die Stunden vor Mitternacht. Die tägliche Amplitude ist für Crefeld nahezu $1^1/_2$, für Wien ungefähr 1^0 der zehntheiligen Skala.

Nach Elfert[63]) vertheilt sich für die Jahreszeiten und das

Jahr die Bewölkung in Deutschland-Oesterreich folgendermassen (in Procenten):

	Anzahl der Stationen.	Anzahl der Beobachtungsjahre.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
Deutsche Küste	28	179	73	55	55	67	62
Deutsch-russische Ostseeküste .	22	148	72	55	59	66	61
Deutsche Nordseeküste . . .	6	31	74	56	63	69	66
Deutsches Tiefland	23	192	75	61	58	67	65
Deutsch.-Oesterr. Mittelgebiet .	100	748	71	60	55	66	63
Alpenzone	69	528	59	58	53	56	56
Küstenzone an der Adria . .	10	61	49	45	28	42	41
Deutschland u. Oesterreich ausser Küstenland und Adria . .	220	1647	68	59	55	63	61

Elfert gelangt auf Grund seiner Untersuchung zu folgenden Resultaten:

1) In den Niederungen und nicht allzu hoch gelegenen (unter 800^{m}) Gebirgsgegenden von Mitteleuropa tritt die grösste Bewölkung im Herbst und Winter, die geringste im Frühling und Sommer ein.

2) Hochgebirge oder hohe isolirte Berggipfel weisen umgekehrt die grössten Wolkenmengen in den wärmeren, die geringsten in den kälteren Jahreszeiten auf.

3) In Mitteleuropa mit Ausschluss der Alpen vertheilt sich die Bewölkung nach den Jahreszeiten so, dass im westlichen und nordwestlichen Theile das Maximum der Himmelsbedeckung im Herbst, das Minimum im Frühjahre eintritt, im östlichen und südöstlichen dagegen das Maximum im Winter, das Minimum im Sommer.

Ferner folgert Elfert, dass die Bewölkung im Jahresmittel mit der Entfernung von der Nord- und Ostsee nach Süden und Osten abnimmt, dass die Bewölkung in Gebirgen, die den Südwestwinden besonders exponirt sind, mit der Höhe zunimmt, und dass die von Südost nach Nordwest sich erstreckenden Gebirge auf der Nordostseite eine relativ sehr geringe Bewölkung zeigen.

e) Regenmenge und Regenhäufigkeit.

Noch viel wichtiger als die Bewölkung sind die Niederschläge, Regen und Schnee, für die ausübende Witterungskunde. Regen und Schnee sind dem Wesen nach gleich und unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass bei der Regenbildung die Verdichtung des Wasserdampfes bei Temperaturen über dem Gefrier-

punkte vor sich geht, während bei der Entstehung des Schnees die Temperatur unter Null liegt.

Drückt man die Niederschlagshöhe, d. h. die Höhe, welche der Regen oder das aus dem Schmelzen des Schnees gewonnene Wasser auf der Erdoberfläche einnehmen würde, wenn durch Abfluss, oder Verdunstung nichts verloren ginge, in Millimetern aus, so bezeichnet die Anzahl der Millimeter auch gleichzeitig die Anzahl der Liter Regen, welche auf einer horizontalen Fläche von einem Quadratmeter gefallen sind.

Die Niederschlagsverhältnisse gehören jedenfalls zu den scheinbar regellosesten Elementen, so dass man früher an der Möglichkeit zweifeln mochte, für dieselben überhaupt eine Gesetzmässigkeit aufzufinden und dieser Umstand mag hauptsächlich der Grund sein, dass bis in die neueste Zeit die Regenmessungen, so wichtig sie auch für die Klimatologie und die Praxis sind, fast vollständig vernachlässigt wurden. In der That finden wir für fast alle Länder, dass die übrigen meteorologischen Elemente viel besser bekannt sind, als die Niederschlagsverhältnisse.

Indem wir im Folgenden die räumliche und zeitliche Vertheilung der Niederschläge besprechen, wollen wir uns nur auf die europäischen Verhältnisse beschränken und insbesondere Deutschland berücksichtigen; wer sich ein genaueres und umfassendes Bild über die Regenverhältnisse unseres Erdballes verschaffen will, den verweisen wir auf die vortrefflichen Darstellungen in Hann's Handbuch der Klimatologie.

Täglicher Gang des Regenfalls.

		Regenmenge (in Tausendtheilen der Summen)						Regenstunden			
		Greenwich		Zechen		Wien	Bern	Greenwich		Zechen	
		Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Sommerhalbjahr	Jahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr
		1861—1866		1857—1871		30 Monate					
Vormittag	0—2	**87**	88	88	66	**99**	95	30,3	25,7*	33,9	21,0
	2—4	73*	**113**	**93**	62*	70	81*	30,1	**28,1**	37,5	24,1
	4—6	95	97	88	**78**	59*	83	30,3	27,1	**40,1**	**25,1**
	6—8	**101**	77	79	62*	73	**84**	29,9	25,4	39,9	23,6
	8—10	100	58	78*	63	**78**	78	28,7*	25,0	38,9	20,3
	10—12	64*	48*	82	64	63	66	**31,8**	22,0	37,7	20,0*
Nachmittag	0—2	84	82	79	92	96	56*	30,2	21,3*	35,9*	21,3
	2—4	**111**	89	**98**	110	**155**	64	31,3	23,0	36,4	23,1
	4—6	70	**112**	83	**112**	98	88	29,2	24,7	38,2	24,1
	6—8	58*	73*	87	110	81	94	29,0	**29,7**	**38,5**	**24,0**
	8—10	73	79	75*	97	73	**107**	28,8*	26,4	36,8	22,3
	10—12	78	78	79	85	64*	104	**31,5**	27,0	34,1	20,9

Die Niederschläge haben sowohl eine tägliche als eine jährliche Periode. Die umstehende Tabelle giebt den täglichen Gang des Regenfalles in Bezug auf die Menge von 2 zu 2 Stunden für Greenwich, Zechen, Wien, Bern, sowie die Regenstunden in der täglichen Periode für Greenwich und Zechen für das Winter- und Sommerhalbjahr [64]).

Bei allen diesen Stationen lassen sich meistens 2 Maxima und Minima der Regenmenge und Regenhäufigkeit unterscheiden, nämlich (die Hauptmaxima und Hauptminima sind fett gedruckt):

a) Regenmenge.

		Maxima			Minima		
Greenwich	Winter	0—2^{a}	2—4^{p}		2—4^{a}	10—11^{a}	6—8^{p}
	Sommer	2—4^{a}	4—6^{p}		10—12^{a}	6—8^{p}	
Zechen	Winter	2—4^{a}	2—4^{p}		8—10^{a}	8—10^{p}	
	Sommer	4—6^{a}	4—6^{p}		2—4^{a}	8—10^{a}	
Wien	Sommer	0—2^{a}	8—10^{a}	2—4^{p}	4—6^{a}	10—12^{p}	
Bern	Jahr	6—8^{a}	8—10^{p}		2—4^{a}	12—2^{p}	

b) Regenhäufigkeit.

		Maxima		Minima	
Greenwich	Winter	10—12^{a}	10—12^{p}	8—10^{a}	8—10^{p}
	Sommer	2—4^{a}	6—8^{p}	0—2^{a}	0—2^{p}
Zechen	Winter	4—6^{a}	6—8^{p}	0—2^{a}	0—2^{p}
	Sommer	4—6^{a}	6—8^{p}	10—12^{a}	10—12^{p}

Man sieht hieraus, dass im Allgemeinen in den ersten Morgen- und Nachmittagsstunden die Regenmengen am grössten und gegen Mittag und Mitternacht zu am kleinsten sind, und dass die Regenhäufigkeit in den frühen Morgen- und in den späten Abendstunden am grössten, und um Mitternacht am kleinsten sind.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die Unterschiede zwischen Maximum und Minimum recht erheblich und für die Praxis von nicht zu unterschätzender Bedeutung. —

Betrachten wir jetzt die räumliche Vertheilung des Regens im Jahre und in den Jahreszeiten für Europa. Durch einen Gürtel hohen Luftdruckes von den Tropen geschieden, steht Europa unter der Herrschaft der westlichen Luftströmungen, mit denen die Cyclonen mit ihren Sturm- und Regenfeldern ostwärts fortschreiten und die allenthalben die Regenverhältnisse beherrschen [65]).

Wenden wir uns zuerst zu den alten Culturländern, deren Küsten vom Mittelmeer bespült werden, so treffen wir ein subtropisches Gebiet, in welchem die meisten Regen auf den Winter fallen, ganz im Gegensatze zu den Tropen, wo die Sommerregen ent-

schieden vorherrschen. Die Winterregen treten um so mehr in den Vordergrund, je mehr wir südwärts fortschreiten. Nach Fischer (Klima der Mittelmeerländer) dauert die fast regenlose Zeit in Alexandrien fast 8 Monate, von Ende März bis Mitte Oktober, in Palästina 6—7 Monate, von Ende April bis in den Oktober, in Syrien 4 1/2, im vorderen Kleinasien und Griechenland 4, am Marmarameer ungefähr 2 Monate. Im mittleren Mittelmeerbecken sind in Tripolitanien 7 Monate (April bis Oktober) regenarm, in Malta haben 4 bis 5 Monate, in Sicilien 4 1/2 Monate an der Süd- und Südostküste, 4 Monate an der Nordküste, in Neapel 3, in Rom 2 Monate sehr geringe Niederschläge, dagegen nördlich davon sind die Regen im Sommer schon sehr ergiebig und fällt die geringste Regenmenge etwa in den Februar (am Po und am Südfusse der Alpen). Im Westen des Mittelmeerbeckens, an der Küste von Algerien und Südspanien sind 5, an der marokkanischen Küste 6 bis 7, auf Madeira und den kanarischen Inseln 5 Monate regenarm, im nördlichen Spanien dagegen fallen im Juli an 40^{mm} Regen. „Während also an der nördlichen Grenze unseres Gebietes die Zeit, wo Regen zu erwarten ist, alle 12 Monate umfasst, schrumpft sie von Norden nach Süden allmählich bis auf 4 Monate zusammen.“

Die Westhälfte des Mittelmeergebietes hat Herbstregen: die Regenmenge beträgt an der Ostküste Spaniens im September und November 40 %, im südfranzösischen Küstengebiete 37, in Oberitalien 30, Mittelitalien 34, Süditalien 33, auf Sicilien, Malta und an der östlichen Küstenzone der Adria 36 %, wogegen die Regenmenge in Alexandrien nur 19, in Palästina nur 11 % der Jahressumme erreicht. Das westliche Mittelmeergebiet weist ein secundäres Regenmaximum im Frühjahre auf, welches ostwärts nach Italien hin sich immer mehr gegen den Sommer verschiebt.

Im Mittelmeerbecken sind im Sommer nördliche Winde vorwiegend, welche weiter nach Süden hin mit grosser Regelmässigkeit wehen; aus kälteren Distrikten kommend fliessen sie nach wärmeren Gegenden hin, und daher die Regenarmuth während des Sommers im Mittelmeerbecken.

Die Regenverhältnisse Europas nördlich von den Alpen zeigen schroffe Gegensätze im Westen und Osten. Die nach Westen und Nordwesten hin vorgeschobenen Küstengebiete werden von dem feuchtwarmen Luftstrome vom atlantischen Ocean überfluthet, und da sich im Westen keine sehr hohe langgestreckte Gebirgswälle dieser Strömung entgegenstellen, breitet sich diese westliche Strö-

mung weit in den Continent hinein aus, so dass der Uebergang vom Seeklima in das continentale Klima nur sehr langsam erfolgt.

Entsprechend den Wärmeverhältnissen zwischen Ocean und Festland haben die West- und Nordwestküsten Europas Herbst- und Winterregen. Nach Osten hin treten diese immer mehr und mehr zurück, während die Sommerregen sich immer mehr ausprägen und zuletzt ganz in den Vordergrund treten.

Frankreich hat im Süden die Regenverhältnisse des mediterranen Gebietes, aber das Charakteristische desselben verwischt sich immer mehr nach Norden hin, indem nach dieser Richtung die Herbstregen successive zu hoher Geltung kommen.

In Nordfrankreich, Belgien und Südnorwegen fällt im Herbste der meiste Regen, auf den britischen Inseln sind die Regenmengen im Herbste und Winter nahezu gleich, Frühjahr- und Sommerregen treten entschieden zurück. Im südlichen und südöstlichen Nordseegebiete verfrühen sich die Herbstregen um einen Monat und die Zunahme der Sommerregen vermittelt den Uebergang zu den continentalen Verhältnissen.

Nach Hann fallen im Jahresmittel: im Gebiete der Landes- und Westpyrenäen 114^{cm}, im mittleren französischen Küstengebiete 66, in Centralfrankreich 71, an der Nordwestküste 78, in den Nordseeländern 67, auf den Faröern 181, im mittleren und östlichen England 60—65, an den Seen von Cumberland bis 300, in Ostirland 70—100, in Westirland bis über 120, an der schottischen Ostküste 60—100, an der Westküste bis 325, an der Westküste Norwegens 115, an der Südostküste mit Binnenland 46, Leirdal 32^{cm}.

Hervorzuheben ist der Gegensatz zwischen West und Ost auf den britischen Inseln und in Norwegen, eine Erscheinung, die, wie wir weiter unten sehen werden, auch bei unseren Gebirgen stattfindet, und die in dem Verhalten der vorherrschenden Winde zu den Gebirgsketten ihre Erklärung findet, indem nämlich die Luftmassen gezwungen werden, an diesen emporzusteigen, wobei sie sich abkühlen und ihren Wasserdampf condensiren.

Weiter nach Osten hin nehmen, wie bereits bemerkt, die Winter- und Herbstregen ab, und prägen sich nach und nach zu einem einzigen Maximum aus.

Am wichtigsten für unsere Zwecke sind die Regenverhältnisse Deutschlands; ich gebe nachstehend die Vertheilung der Regenmengen in Deutschland und einigen benachbarten Ländern in Pro-

Gebiet.	Zahl der Stat.	December.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	Jahres-summe. mm
Nördl. Schlesw.-Holstein	10	9	7	6	6	5*	6	8	8	12	13	10	9	698
SW Holst. N. Hann., Old.	12	8	7	6*	7	6*	7	10	10	11	10	8	8	723
Westl. Ostseegebiet . .	9	8	7	6*	6*	6*	8	10	11	12	10	8	8	541
NE d. Mecklb. Seenplatte	5	7	6*	6*	7	7	8	11	13	13	8	7	7	495
Preussen u. Hinterpom.	9	7	6	5*	6	6	8	10	12	13	10	8	8	578
Ostdeutsches Tiefland .	9	7	6*	6*	7	7	8	12	12	13	8	7	7	540
Mitteldeutsches Tiefland	17	8	6*	7	7	7	8	12	12	10	7	7	8	530
Westdeutsches Tiefland	8	8	7	6*	7	6*	8	11	11	11	8	8	8	645
Weserbergl. u. Thüring.	9	7	6*	6*	6*	7	10	12	13	11	7	8	8	512
Harz	4	9	7	8	8	7	8	11	12	10	8	8	8	1063
Thüringer Wald . . .	2	9	8	9	8	6	8	9	9	9	7	8	10	931
Sächs. Bergland . . .	9	7	5*	7	8	7	9	13	12	10	6	7	9	612
Erzgebirge	6	8	6*	8	8	8	9	11	11	9	7	7	9	820
NW Böhmen	8	8	6*	6	6	7	10	13	11	10	7	7	8	549
Oberlaus. Elb-Isergebiet	8	8	6*	7	7	7	9	12	11	11	7	7	9	625
Oberschles. Bergland .	6	6	5*	5*	6	7	10	13	13	12	9	8	7	583
Riesengebirge	6	7	6	6	8	7	9	11	12	12	8	7	8	865
Niederrh. Münsterland .	9	8	8	7	7	6*	8	10	10	10	8	9	8	679
Linksrhein. Schieferge b.	3	8	8	6*	7	7	8	9	11	10	8	8	9	680
Sauerl. Rothhaag. Taun.	5	8	8	7	7	6*	8	10	10	10	7	9	10	844
Hess. Bergland, Rhön .	5	8	7	6*	7	6*	9	12	11	10	7	8	8	618
Lothr. Plateau, Hardt .	4	9	7	6*	7	7	8	10	10	8	9	8	9	705
Vogesen	4	9	11	8	9	7	7*	8	8	9	7*	8	8	1257
Oberrh. Tiefeb. unt. Stufe	7	7	7	6*	7	7	9	11	12	11	8	8	9	654
„ „ ob. „	4	6	7	4*	7	7	11	11	10	10	10	8	9	598
Schwarzwald: W u. SW	7	7	7	8	8	8	9	10	10	7	9	10	7	1460
„ E	4	6	6	5*	7	8	10	12	11	11	8	7	8	768
Neckarl., Odenw., Spess.	6	8	6*	7	7	6	9	11	11	10	8	8	10	877
Schwäb. Jura	10	5*	5*	6	6	8	10	13	12	12	9	8	8	728
Schwäb. Terrasse . .	10	7	6	5*	7	6	10	12	11	11	8	7	9	616
Fränk. Terr., Oberpfalz .	7	8	6*	7	6*	7	9	12	11	10	8	8	9	706
Böhmerwald	2	9	9	8	10	6	8	9	10	8	6	7	10	1430
Schwäb., bayer. Hocheb., westl. Alpenvorland	14	6	5	5*	6	8	10	13	12	12	8	8	7	1046
Oestl. Alpenvorland . .	6	6	5*	6	7	7	10	12	13	13	9	6	6	1018
Inneres der Nordalpen .	8	7	6*	6*	7	8	9	11	12	12	9	6	7	1205
Niederlande	13	8	7	7	7	6*	7	8	10	12	10	10	9	655
Belgische Niederung .	3	6*	8	8	6*	8	8	9	9	9	10	9	8	731
W- u. N-Franz.-Tiefland	5	8	8	7	9	8	6*	7	8	8	8	10	12	1041
Jahreszeiten: NW-Irland . . .	2	—	30	—	—	20	—	—	21	—	—	29	—	1161
Jahreszeiten: Ost- u. Süd-Irland .	6	—	28	—	—	22	—	—	20	—	—	29	—	952
Jahreszeiten: West-Schottland .	9	—	33	—	—	18	—	—	18	—	—	30	—	1274
Jahreszeiten: West-England . .	14	—	30	—	—	20	—	—	19	—	—	31	—	1183
Jahreszeiten: Ost-England . . .	13	—	26	—	—	22	—	—	24	—	—	28	—	654
Dänemark	7	8	7	6	5*	6	9	10	10	12	9	9	8	630
Norwegische Küste . .	4	12	9	7	6	6	5*	5*	8	9	11	11	11	1038
Russland:														
a) Ostseeländer . .	8	6	5	5*	6	6	8	9	12	12	12	11	10	501
b) Mittelrussland .	7	8	5	5*	6	6	9	12	15	11	9	8	6	519
c) Ural	5	3	3*	3*	3*	4*	10	16	20	17	9	6	5	404

centen der Jahressumme wieder[66]). Beigeschrieben sind die Jahressummen der Regenmengen, obgleich diese für gebirgiges Land nur sehr rohe Anhaltspunkte geben, da hier die Regenmenge, je nach der Lage der Stationen, auch für geringe Entfernungen ausserordentlich variirt.

Aus den von mir veröffentlichten Regentafeln leitete ich für Deutschland folgende Resultate ab (vergl. meine Regenverhältnisse Deutschlands, pag. 49), denen ich nur einige kleinere, durch die Arbeit Töpfer's veranlasste, Ergänzungen zusetze:

A. Absolute Regenmengen.

1) Die durchschnittliche Regenmenge beträgt für ganz Deutschland durchschnittlich 71^{cm} (nach Töpfer auf Grundlage eines umfassenderen Materiales 66^{cm}). Die Regenmengen des nördlichen, mittleren und südlichen Deutschlands verhalten sich ungefähr wie 1 : 1,13 : 1,35.

2) Die Unterschiede der Regenmengen an den verschiedenen Orten Deutschlands sind sehr beträchtlich, die kleinste Regenmenge verhält sich zur grössten etwa wie 1 : 4.

3) Die Regenmenge ist an der Meeresküste im Allgemeinen grösser als landeinwärts, sie nimmt nach dem Innern sehr rasch ab, jedoch mit Annäherung an die Gebirge wieder zu.

4) Die Regenmengen nehmen ab von West nach Ost. Dieses ist ganz besonders ersichtlich, wenn wir noch die russischen Stationen in Betracht ziehen.

5) Die Regenmenge nimmt zu mit der Erhebung über dem Meeresniveau, jedoch nicht proportional der Höhe. Ausser allgemeinen Ursachen scheinen noch lokale Ursachen mitzuwirken.

6) Berge sind zu betrachten als Condensatoren, ebenso auch die Meeresküsten.

7) Bei Gebirgen ist die Regenmenge grösser an der Luvseite, als an der Leeseite. Diese Thatsache wird besonders durch den aufsteigenden Luftstrom hervorgerufen.

8) Die Gebirge zeigen besonders diese Eigenschaft, wenn sie senkrecht zu den herrschenden Winden gerichtet sind. Auch kleinere Gebirge haben diese Eigenthümlichkeit.

9) Sind die Gebirge ebenso gerichtet, wie die herrschenden Luftströme, so erhalten wir auf beiden Seiten fast gleiche Regenmengen. Analoge Verhältnisse herrschen in Thälern.

10) Der Einfluss der deutschen Gebirge überhaupt auf das norddeutsche Tiefland macht sich dadurch geltend, dass die Regenmengen mit dem Südweststrome um so mehr zurücktreten, je weiter die Stationen nach Südost liegen. Der Einfluss des Gebirges nimmt ab mit der Entfernung.

B. Vertheilung des Regens in der jährlichen Periode.

1) Wir unterscheiden drei Regengebiete:

a) Gebiet mit vorwaltendem Herbstregen. Diesem Gebiete gehören die Stationen an, welche an der Nordseeküste liegen.

b) Gebiet mit vorwaltendem Winterregen. Dieses Gebiet beschränkt sich nur auf die hochgelegenen Stationen des Elsass.

c) Gebiet mit vorwaltendem Sommerregen. Dieses umfasst alle anderen Länderstrecken.

2) Die östlichen Stationen an der Ostseeküste haben die Tendenz, das Maximum der Regenmenge auf den Herbst zu verlegen, eine Tendenz, die auch im ostdeutschen Tieflande und im westlichen Russland hervortritt.

3) Die Sommerregen treten um so entschiedener hervor, je weiter wir uns nach Osten und Südosten entfernen.

4) Die Regenmenge ist am kleinsten am Ende des Winters oder im Anfang des Frühlings, sie ist im Allgemeinen am grössten im Juli.

5) Die Regenmenge beträgt durchschnittlich im Winter 20 %, im Frühling 22 %, im Sommer 33 % und im Herbst 25 % der ganzen Jahressumme.

6) Die absoluten Regenmengen für die einzelnen Gruppen im Frühjahr sind ziemlich gleich, indessen betragen die Frühjahrsregen im Schwarzwald, in den Vogesen, im Neckarland und Odenwald, Böhmerwald, in den Alpen, aber auch an den höher gelegenen Stationen Mitteldeutschlands doppelt so viel, als der Durchschnitt der übrigen Stationen.

7) Mit Beginn des Jahres vom tiefsten Stande langsam ansteigend erreicht die Regenhöhe etwa im Mai das Mittel, erhebt sich im Juni und Juli schnell zur grössten Höhe, um im August zunächst langsam, dann aber rasch im September zum Mittel und unter dasselbe zurückzusinken. Nach einer geringeren Steigung

über das Mittel, die im November eintritt, erfolgt im Monat December und Januar wieder eine Senkung zum Schluss der Jahrescurve hin (vergl. Töpfer, Regenverhältn. Deutschlands pag. 117).

8) Für die jährliche Periode des Regenfalls in Bezug auf tiefer und höher gelegene Orte gilt der von Töpfer ausgesprochene Satz: „In den tieferen Lagen ist während der Sommermonate die procentische Menge des Niederschlages durchaus grösser, als in den höheren; in der übrigen Zeit kehrt sich das Verhältniss um, oder, da die absolute Menge der Niederschläge während der Wintermonate immer geringer ist, als im Sommer, es zeigen die oberen Stationen eine viel gleichmässigere Vertheilung der Niederschläge über das ganze Jahr, als die tiefer gelegenen."

In Deutschland erstrecken sich die meisten Gebirgszüge von NW nach SE, so dass also die vorherrschenden Südwestwinde senkrecht zur Richtung der Gebirgszüge wehen und daher ist die Nordostseite die regenärmere, die Südwestseite die regenreichste [67]). Selbst kleinere Gebirgszüge zeigen dieses sehr deutlich: so haben Münster, Gütersloh und Paderborn, an der Südwestseite des Teutoburger Waldes, eine durchschnittliche jährliche Regenmenge von 694mm, wogegen an der Nordostseite in Salzuflen und Hannover im Mittel nur 578mm Niederschlag fallen.

Sehr schön zeigen sich diese Abhängigkeitsverhältnisse im Harz und Umgebung, wo mit der Annäherung an das Gebirge die Regenmenge zunimmt und nachdem der Gipfel überschritten ist, auch wieder abnimmt, wie folgendes Täfelchen zeigt:

	Göttingen.	Heiligenstadt.	Clausthal.	Brocken.	Ballenstädt.	Wernigerode.	Saldwedel.
Seehöhe	130	221	565	1134	255	246	40m.
Regenmenge	550	601	1427	1700	953	724	585mm.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt auch der Thüringer Wald:

	Coburg.	Grossbreitenbach.	Gotha.	Erfurt.	Arnstadt.
Seehöhe	514	630	330	208	292m.
Regenmenge	930	1102	610	528	511mm.

Dieselben Beziehungen lassen sich auch für die übrigen deutschen Gebirge nachweisen. Auf der Südseite der Alpen fallen bei einer mittleren Seehöhe von 400m durchschnittlich 1765mm, auf den Kämmen und Gipfeln (mittlere Seehöhe 1954m) 1715, auf der Nordseite der Alpen (mittlere Seehöhe 641m) 1379mm Regen im Jahre.

Interessant ist noch der Fall, wenn Gebirgszüge dieselbe Richtung wie die herrschenden Winde haben, wie z. B. das Erzgebirge,

Regenwahrscheinlichkeit für Deutschland und angrenzende Länder.

Anzahl der Stationen.		Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr.
A. Norddeutsches Tiefland.														
Schleswig-Holstein	(3)	0 . 413	0,417	0,413	0,413	0,360	0,313	0,403	0,413	0,403	0,410	0,407	0,437	0,400
Hannover, Oldenburg	(6)	0 . 455	463	377	492	423	423	488	487	458	473	397	430	447
Nordöstliches Deutschland	(7)	0 . 48	46	49	49	44	41	47	47	45	40	39	47	450
Posen	(2)	0 . 500	465	495	525	445	395	495	450	450	380	345	470	449
Schlesische Ebene	(7)	0 . 366	363	361	419	380	356	410	399	356	324	310	400	371
Mittel	(25)	0 . 443	434	427	468	410	379	453	444	423	397	370	441	423
B. Mitteldeutsches Bergland.														
Harz	(2)	0 . 490	500	470	480	490	445	465	525	460	435	355	450	494
Westphalen, Rheinlande	(6)	0 . 468	482	453	490	443	420	460	460	428	403	413	460	441
Hessen, Rheinpfalz	(6)	0 . 458	460	448	440	412	448	452	424	390	350	392	458	427
Königreich Sachsen	(4)	0 . 500	517	523	543	527	503	550	500	490	440	427	537	494
Schlesisches Gebirge	(3)	0 . 367	407	390	430	423	387	423	377	357	297	353	433	388
Mittel	(21)	0 . 457	473	457	497	459	441	470	457	425	384	383	467	449
C. Süddeutsches Bergland.														
Baden, Elsass	(5)	0 . 420	434	442	436	442	454	460	448	434	380	406	450	433
Württemberg	(11)	0 . 394	448	434	450	442	461	466	444	418	356	410	446	433
Bayern*), nördlich der Donau . . .	(10)	0 . 473	403	404	405	404	415	462	388	405	321	373	433	407
„ südlich „ „ . . .	(9)	0 . 342	358	388	390	427	471	513	479	444	341	364	349	413
Mittel	(35)	0 . 407	411	417	420	429	451	475	440	425	349	387	419	422
Deutschland überhaupt		0 . 436	439	434	462	433	424	466	447	426	377	382	442	434
D. Nachbarländer.														
England		0 . 55	0,51	0,49	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45	0,49	0,50	0,54	0,49	0,438
Westküste von Frankreich		0 . 41	35	39	37	40	37	37	34	27	34	38	41	368
Belgien		0 . 42	41	37	43	48	47	52	51	48	38	50	50	466
Dänemark		0 . 43	40	42	36	32	34	36	38	43	43	45	48	400
Gemässigtes Norwegen		0 . 49	44	48	38	36	33	37	38	41	47	47	52	423
Russland: a) Ostseeländer		0 . 40	37	37	37	35	35	39	42	42	42	46	45	398
b) Central- und Nordrussland		0 . 35	29	30	29	29	32	38	37	32	33	35	38	330
c) Mittlerer Ural		0 . 33	32	32	28	34	40	48	50	50	43	41	41	391
Nördliche und östliche Seite der Alpen		0 . 27	28	29	31	32	39	45	43	38	30	29	30	334
Böhmen, Galizien		0 . 43	42	42	44	41	43	47	46	40	36	35	40	413

*) In einer neueren Arbeit von Horn: „Ein Beitrag zur Kenntniss der zeitlichen und räumlichen Vertheilung der Niederschlagshäufigkeit in Bayern“ (München 1885), welche sich auf den Zeitraum von 1879—83 bezieht, sind die Zahlen für die Regenwahrscheinlichkeit etwas abweichend von den oben angegebenen, wobei die ältere Zählmethode verlassen, und durch eine exactere ersetzt wurde.

welches sich von Südwesten nach Nordosten erstreckt; hier sind die Regenmengen zu beiden Seiten ziemlich gleich. Auf der böhmischen Seite des Erzgebirges fallen bei einer mittleren Seehöhe von 293^m 526^{mm} Regen und auf der sächsischen Seite bei einer Seehöhe von 268^m 541^{mm}, also fast dieselben Mengen.

Von nicht minder grosser Bedeutung für die ausübende Witterungskunde ist die Kenntniss der Regenwahrscheinlichkeit. Man erhält sie einfach dadurch, dass man die Anzahl der Regentage vergleicht mit der Anzahl der Beobachtungstage überhaupt. Die umstehende Tabelle enthält die Regenwahrscheinlichkeit für die einzelnen Distrikte Deutschlands, so dass die Zahlen die Anzahl der Regentage unter 100 Tagen überhaupt bedeuten[68]).

Aus umstehender Tabelle lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) In Deutschland überhaupt regnet es an 43,4 unter 100 Tagen; am kleinsten ist die Regenwahrscheinlichkeit in der schlesischen Ebene (37), am grössten im Harzgebirge ($49^1/_2$).

2) Die Regenwahrscheinlichkeit zeigt in der jährlichen Periode keine erheblichen Unterschiede, etwas weniger als die Hälfte aller Monatstage sind durchschnittlich Regentage. Die einzelnen Gebiete Deutschlands zeigen grosse Uebereinstimmung in Bezug auf die Regenwahrscheinlichkeit in der jährlichen Periode.

3) Im Winter ist die Regenwahrscheinlichkeit ziemlich gross im norddeutschen Tiefland (ausgenommen die schlesische Ebene und die angrenzenden mitteldeutschen Länder); die Gebiete, welche im Windschatten der Alpen liegen, zeigen im Winter eine geringere Regenwahrscheinlichkeit.

4) Die grösste Regenwahrscheinlichkeit fällt für das norddeutsche Tiefland und Mitteldeutschland auf den März, für Süddeutschland auf den Juni oder Juli, das Minimum für die nördlichen Gebietstheile im Allgemeinen auf den Oktober, für die südlichen auf den September. Der Mai zeigt für Norddeutschland ein secundäres Maximum.

Von der Dauer der einzelnen Regenepochen, sowie von der gleichzeitigen zeitlichen und räumlichen Periode des Regenfalles werden wir unten noch weiter zu sprechen haben.

f) Gewitter.

Die synoptische Untersuchung der Gewitter, welche zuerst in Frankreich durch Leverrier 1865, bald darauf in Schweden,

Norwegen und Russland, 1876 in Italien, 1877 in Belgien, 1879 in Bayern durch v. Bezold, 1880 in Württemberg durch v. Schoder, fast gleichzeitig im Königreich Sachsen durch Bruhns, in der Provinz Sachsen und Umgebung durch Assmann aufgenommen wurde, hat manche interessante und praktisch wichtige Resultate zu Tage gefördert, die wir hier nicht übergehen können. In Anschluss an die früheren Arbeiten von v. Bezold[69]) hat in neuester Zeit Assmann die Gewitter in Mitteldeutschland auf Grund vierjähriger Beobachtungen (1881—84) in dem von ihm ins Leben gerufenen dichten Beobachtungsnetze in der Provinz Sachsen und Umgebung, in eingehender Weise bearbeitet[70]). Wir entnehmen dieser werthwollen Arbeit einige Hauptresultate.

Die Beziehungen des Luftdruckes zu den Gewittern spricht der Verfasser mit folgenden Worten aus:

„1) Die kurzen und plötzlichen Schwankungen des Barometers stehen in einem ursächlichen Zusammenhange mit Gewittern und stärkeren Niederschlägen; beide sind wohl als verschiedene Erscheinungsweisen desselben Vorganges zu betrachten.

2) Nicht alle Gewitter und alle Niederschläge sind von Druckschwankungen begleitet.

3) Die Druckschwankung entspricht in den meisten Fällen einem eng umgrenzten Keile hohen Luftdruckes, welcher in eine secundäre Depression eingeschoben ist."

Fast zu demselben Resultate gelangte früher v. Bezold aus den Beobachtungen von 1879—82: „Ganz besonders intensiv treten die Gewittererscheinungen in dem Sattel höheren Luftdruckes auf, der zwei grosse Depressionsgebiete oder auch zwei Theildepressionen von einander trennt."

Gewitter und Wind stehen nach Assmann in folgender Beziehung:

„Bei der überwiegenden Mehrzahl der Gewitter findet eine Drehung des Windes statt, welche in Mitteldeutschland bald mit, bald gegen die Sonne erfolgt."

Gewitter und Bewölkung: „1) Die Zusammengehörigkeit zwischen Gewittern und Cirren scheint eine ausnahmslose zu sein, wodurch eine weitere Stütze für die Wirbelnatur sämmtlicher Gewitter gegeben ist.

2) Die Höhe der Cirrus-Schirme bei Gewittern scheint eine gegenüber den übrigen Cirrus-Höhen abnorm geringe zu sein.

3) Gewitter in Höhen von unter 1000^m gehören in Mitteldeutschland zu den grossen Seltenheiten."

Gewitter und Niederschläge: „1) Gewitter ohne Niederschläge kommen, wenn auch selten, in Mitteldeutschland vor hauptsächlich am Beginn einer Gewitterperiode.

2) Wolkenbruchartige Gewitterregen treten vornehmlich an den Nord- und Ostseiten der Gebirge Mitteldeutschlands, vereinzelt aber auch im Tieflande auf.

3) Die Hagelfälle scheinen relativ trockene Gegenden im Lee von Bodenerhebungen zu bevorzugen, schliessen sich daher den Wolkenbrüchen theilweise an."

Gewitterregen und Temperatur: „Die Gewitterhäufigkeit in Mitteldeutschland folgt dem Gange der Lufttemperatur in der Weise, dass einerseits das Verhältniss der letzteren zur Normalen der maassgebende Faktor ist, andererseits die Gewitterhäufigkeit eine Verspätung erleidet. Der erste Theil dieses Resultates stimmt durchaus mit dem von Bezold überein."

Eine sehr interessante Abhandlung über die Gewitter in Italien hat in neuester Zeit Ciro Ferrari veröffentlicht, auf welche wir hier ganz besonders aufmerksam machen möchten [71]). Die eingehende Untersuchung der Gewitter im Jahre 1881 ergab das Resultat: „Jedes Gewitter ist immer mit einer barometrischen, hygrometrischen und thermischen Depression verbunden; es befindet sich immer in dem hinteren Theil der zwei ersteren und in dem vorderen der dritten. Alle drei Depressionen, besonders aber die beiden letzteren, sind mit betreffenden Maxima im Zusammenhang, welche hinter der barometrischen und hygrometrischen Depression und vor der thermometrischen gelegen sind. In dem von dem Gewitter überzogenen Gebiete findet der Hagel in schmalen, langen Streifen statt, geordnet nach der Gewitterrichtung." Bezüglich der Aufeinanderfolge der Gewitter fand Ferrari, dass einem Gewitter gewöhnlich ein oder mehrere andere auf demselben Gebiete oder einem Theile des Gebietes mit derselben Richtung folgen und zwar gewöhnlich nach 3 Stunden oder einem vielfachen von 3 Stunden, wobei das Zeitintervall von 24 Stunden häufig vertreten ist.

Ueber die Entstehung der Gewitter hat Sohncke eine grössere Abhandlung veröffentlicht [72]), deren Resultate wir hier kurz wiedergeben wollen.

Gestützt auf Beobachtungen bei Ballonfahrten und in verschiedenen Höhen im Schwarzwälder Gebirge kommt Sohncke zu

dem Schlusse, dass die Temperaturabnahme mit der Höhe an Gewittertagen rascher erfolgt, als sonst. Durch den aufsteigenden Luftstrom werden Wassertheilchen der Eisregion (den Cirruswolken) zugeführt, und durch die Reibung beiderlei Wolkenarten (der Wasserwolken und der Eiswolken), welche beim Gewitter in heftiger Bewegung sind, entsteht eine ergiebige Elektricitätsquelle, wodurch die Gewitter bedingt werden.

Die Gewitter haben eine ausgesprochene tägliche Periode. In der nachfolgenden Tabelle geben wir die relative Häufigkeit der Gewitter für Bayern, Württemberg, Sachsen und Glatz, von denen die Zahlen für die 3 ersteren Gebiete die Anzahl der für die einzelnen Tagesstunden eingelaufenen Meldungen angeben, diejenige für Glatz aus den Beobachtungen von 6—10 Stationen berechnet wurden [73]) (ausgeglichene Zahlen durch vorhergehende (a) und nachfolgende (c) Stunde $\frac{a + 2b + c}{4}$):

Tägliche Periode der Gewitter.

Stunde.	Bayern						Württemberg				Sachsen	Grafschaft Glatz			
	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1881	1882	1883	1884	1881/84 Mittel	1879	1880	1881	1882
0—1	76*	32*	107*	64	47	58*	**42**	10	4	11	18*	2	5	3	6
1—2	**85**	**44**	107*	45*	33	66	40	10	2	9	**60**	1	**6**	**4**	**8**
2—3	85	42	**112**	47	28*	**70**	32	**10**	4	11	37*	1	4	2	4
3—4	59	33	94	**49**	36	62	26	10	8	15	41	**2**	1	2	—
4—5	29	26	74	43	**43**	64	25*	8	**10**	13	38	**2**	—	2	—
5—6	18*	20	66	37	38	**65**	**26**	7*	8	**18**	44	1	1	1	1
6—7	18*	19*	61	32*	34	58	22	8	6*	17	**48**	—	1	1	2
7—8	24	24	59	32*	31*	54*	16	8	7	12	36*	—	2	1	5
8—9	42	27	57*	35	31*	61	15*	10	11	11	40	1	3	4	7
9—10	78	32	96	50	43	78	22	13	18	10*	41	4	4	12	8
10—11	124	73	187	84	78	105	35	16	31	16	91	8	6	18	7
11—12	150	162	278	119	158	174	43	22	54	29	116	11	13	20	**11**
Mittag															
0—1	173	293	368	164	284	277	48	39	75	42	156	12	18	21	23
1—2	239	452	466	244	434	384	63	62	90	58	196	13	31	22	34
2—3	318	554	550	346	567	470	**80**	82	**99**	71	250	18	29	25	35
3—4	**346**	**589**	**584**	422	**608**	**496**	76	96	94	**76**	**296**	18	38	34	38
4—5	322	583	527	**452**	572	467	64	**100**	76	67	290	18	**41**	**42**	**41**
5—6	287	494	436	441	484	392	63	90	58	50	233	22	38	40	29
6—7	262	376	395	378	383	303	70	69	53	48	197	22	30	32	19
7—8	243	289	399	300	289	245	**76**	60	**54**	52	154	**23**	23	21	20
8—9	274	194	372	227	190	202	75	58	44	46	123	21	18	11	19
9—10	177	97	282	159	119	155	62	44	26	34	80	13	13	7	12
10—11	113	47	190	123	85	110	47	23	14	25	52	5	10	3	7
11—12	79	36	153	99	65	72	41	14	9	18	48	2	8	2	3

In der Tabelle ist das Maximum der Gewitterhäufigkeit zwischen 2 und 5 Uhr Nachmittags ausserordentlich stark markirt, ein zweites, aber verhältnissmässig sehr schwaches Maximum findet in den frühen Morgenstunden statt, so dass im Allgemeinen um Mitternacht und in den Vormittagsstunden etwa von 6 bis 9 die Häufigkeit der Gewitter am geringsten ist.

In einer kürzlich erschienenen Abhandlung [74]) hat Hellmann gezeigt, dass die Wintergewitter in Mittel- und Nordeuropa mit Vorliebe bei Nacht auftreten, und dass wesentlich diesem Umstande das für Deutschland und anderwärts nachgewiesene secundäre Maximum in der täglichen Periode der Gewitterhäufigkeit zuzuschreiben ist. Bezüglich der Art der Gewitter in der täglichen und jährlichen Periode hebt Hellmann noch Folgendes hervor: „Die Wirbelgewitter treten am häufigsten in der kalten Jahres- und Tageszeit, die Wärmegewitter am häufigsten in der warmen Jahres- und Tageszeit auf.“

Jährliche Periode der Gewitter.

	Beob.-Jahre.	December.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	Jahr.
Memel	23	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,4	2,0	2,0	2,2	1,0	0,2	0,1	9,2
Danzig	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,6	2,9	2,6	2,1	0,8	0,0	0,0	10,6
Hela	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,0	2,8	3,0	2,6	0,9	0,1	0,0	12,2
Cöslin	22	0,1	0,0	0,1	0,1	0,7	2,7	3,3	4,0	3,5	1,8	0,5	0,1	16,8
Stettin	23	0,0	0,1	0,1	0,2	0,8	2,6	3,6	3,3	3,3	1,6	0,2	0,1	16,0
Schönberg M.	20	0,2	0,3	0,2	0,3	0,6	2,4	4,0	3,9	2,2	2,0	0,3	0,2	17,6
Wustrow	21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	2,4	3,6	3,5	2,8	1,3	0,2	0,1	16,0
Emden	28	0,1	0,1	0,1	0,4	0,7	2,5	2,8	3,2	3,9	1,8	0,8	0,4	16,8
Bremen	52	0,3	0,2	0,3	0,2	0,6	2,3	2,6	3,8	2,2	0,8	0,2	0,1	13,6
Hamburg	41	0,1	0,1	0,4	0,3	0,7	1,3	2,5	3,2	2,5	1,7	0,2	0,1	13,1
Tilsit	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	3,9	3,9	3,1	3,4	1,0	0,1	18,3
Conitz	22	0,1	0,0	0,0	0,2	0,7	3,2	5,0	4,1	4,0	1,2	0,2	0,1	18,7
Bromberg	23	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	2,1	4,8	4,0	3,5	1,4	0,3	0,0	17,4
Posen	25	0,2	0,0	0,1	0,1	1,0	3,2	4,7	3,8	3,8	1,5	0,3	0,0	18,6
Berlin	24	0,1	0,0	0,0	0,1	1,0	3,1	3,7	3,3	2,9	1,0	0,1	0,1	15,5
Ratibor	23	0,1	0,1	0,0	0,1	1,3	3,3	5,4	4,2	3,8	1,5	0,2	0,0	19,9
Breslau	25	0,1	0,1	0,2	0,1	1,1	2,3	4,1	3,3	3,0	1,1	0,1	0,0	15,5
Görlitz	23	0,1	0,0	0,1	0,2	1,2	3,5	4,6	4,0	3,4	1,1	0,3	0,1	18,8
Halle	22	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	3,1	3,9	3,5	3,2	1,1	0,2	0,1	16,5
Heiligenstadt	22	0,1	0,2	0,1	0,1	0,8	2,6	3,5	3,8	3,5	1,4	0,2	0,1	16,3
Gütersloh	25	0,2	0,2	0,3	0,2	1,2	3,1	3,7	5,0	4,1	1,7	0,4	0,2	20,3
Salzwedel	22	0,1	0,1	0,2	0,1	1,2	4,3	5,2	6,6	4,4	2,0	0,3	0,1	24,5
Cöln	25	0,1	0,0	0,2	0,3	1,3	3,0	3,6	3,2	4,5	1,4	0,2	0,1	20,6
Trier	21	0,0	0,1	0,2	0,4	1,4	3,6	4,2	5,3	4,3	1,8	0,5	0,1	22,0
Stuttgart	61	0,0	0,1	0,1	0,1	1,0	3,3	3,9	3,3	1,0	0,8	0,1	0,1	15,8
München	18	0,0	0,0	0,0	0,6	1,8	4,2	5,6	5,1	5,0	1,8	4,0	0,1	28,2
Regensburg	61	0,1	0,1	0,1	0,2	1,4	3,6	4,5	4,7	4,4	1,4	0,2	0,0	20,7
Wien	58	0,1	0,2	0,1	0,1	1,1	3,6	4,1	4,3	4,0	1,4	0,2	0,1	19,3
Zürich	90	0,0	0,0	0,1	0,2	1,5	2,8	4,5	4,0	4,5	1,3	2,3	1,1	22,3

Die jährliche Periode der Gewitter ist in unseren Gegenden ebenso ausgesprochen, wie die tägliche. Die Zusammenstellung in der obenstehenden Tabelle giebt einen Ueberblick über die Gewitter-

häufigkeit hauptsächlich in Deutschland, die Zahlen für Norddeutschland sind fast sämmtlich aus der Zusammenstellung von Hellmann[75]), die für den Süden derjenigen von Klein[76]) entnommen.

Nach dieser Tabelle nimmt die mittlere jährliche Anzahl der Gewitter im Allgemeinen nach West und Süd zu. Das Maximum der Gewitterhäufigkeit in der jährlichen Periode fällt auf den Juni und Juli, in welchen beiden Monaten fast der dritte Theil der jährlichen Gewitter stattfindet. Die Gewittercurve hat eine grosse Aehnlichkeit mit den Curven für die jährliche Periode der Wärme und der Regenmenge. Nach v. Bezold[77]) erreicht die Häufigkeit der Sommergewitter ein erstes Maximum in der ersten Junihälfte, ein zweites, und wie es scheint, intensiveres Maximum fällt auf das Ende des Juli und Anfang August, welche beide Maxima mit dem doppelten Maximum der Gewitterfrequenz der mediterranen Subtropenzone im Frühjahr oder Frühsommer und im Herbste im Zusammenhange zu stehen scheinen. Diese doppelte Periodicität ist nach v. Bezold nur ein Nachklang des zweifachen Wärmemaximums der Aequatorialzone.

Wintergewitter sind in Deutschland sehr selten und beschränken sich fast nur auf das nordwestliche Küstengebiet. Auf diese Gewitter werden wir noch weiter unten gelegentlich zurückkommen.

Ueber die Fortpflanzungsrichtung der Gewitter in Deutschland liegen bis jetzt nur wenige Untersuchungen vor, wie z. B. diejenige von v. Bezold über den Zeitraum von 1879—82, welche das Resultat (für Bayern) ergiebt, dass die Gewitter im Allgemeinen von West nach Ost ziehen, und zwar in Begleitung kleinerer localer Depressionen, die einem Hauptminimum angehören, dessen Centrum im Norden liegt; liegt letzteres Centrum im Süden, so schlagen die Gewitter die seltenere ostwestliche Zugsrichtung ein.

Dabei hat der Raum, auf welchem gleichzeitig Gewitter stattfinden, gewöhnlich die Form eines langen, schmalen Bandes, welches auf der Fortpflanzungsrichtung der Gewitter senkrecht steht.

Es giebt bestimmte Gegenden, welche die Entstehung von Gewittern begünstigen (Gewitterherde); solche sind nach v. Bezold die sumpfigen Niederungen zwischen den grösseren Seen und den Alpen (z. B. zwischen Ammersee, Starnbergersee und Alpen, zwischen Chiemsee und Alpenkette), der Westabhang des Böhmerwaldes. Die ausgedehntesten, Bayern durchziehenden Gewitter dürften ihren Ursprung zwischen Rhein und Schwarzwald haben. Ueberhaupt

eignen sich Orte, die eine locale Erwärmung besonders begünstigen und zugleich viel Wasserdampf liefern können, zur Entstehung kleinerer, mehr localer Gewitter.

g) Windrosen.

Es ist bekannt, dass durch den Wind die Witterung der einen Gegend nach der anderen transportirt wird, so dass die gegenwärtigen und zukünftigen Witterungsphänomene in innigem Zusammenhange stehen mit den Windverhältnissen und ihren Aenderungen. Diese Beziehungen sind so auffallend, dass man schon frühzeitig darauf aufmerksam wurde, indem schon Lambert 1771 vorschlug, nach den Winden die Witterungsverhältnisse zu classificiren. L. v. Buch (1818) und nachher insbesondere Dove haben durch Berechnung der Windrosen damals die meteorologische Wissenschaft nicht unerheblich gefördert. Da man aber bei der Berechnung der Windrosen die Wahrnehmung machte, dass eine und dieselbe Windrichtung in derselben Jahreszeit mit sehr verschiedenem Witterungscharakter behaftet sein kann, so war dieser Umstand für die allgemeine Anwendung dieser Untersuchungsmethode durchaus hinderlich. Die Windrichtung allein giebt uns keinen vollständigen Aufschluss darüber, woher der Wind kommt und welchen Weg er zurückgelegt hat. „Die Winde," sagt Dove, „sind Lügner, die ihren Ursprung verleugnen." Wir wissen, dass der Wind (auf der nördlichen Hemisphäre) um ein barometrisches Minimum gegen die Bewegung der Uhrzeiger, um ein Maximum mit derselben kreist, so dass also die Winde bei beiden Luftdruckzuständen verschiedenen Ursprung und verschiedenen Charakter zeigen. So entspringt beispielsweise der SE aus einem S oder SW, wenn er einem Depressionscentrum angehört, einem E oder NE, wenn er einem Maximum angehört, in beiden Fällen zeigt derselbe einen ganz verschiedenen Charakter, wie aus den täglichen Wetterkarten überall hervorgeht.

Von dieser Idee ausgehend ordnete Köppen[78]) das zweijährige Beobachtungsmaterial St. Petersburgs (1872/73) von 7^h a. m. auf Grundlage der synoptischen Wetterkarten nach 4 Kategorien:

1) das Centrum der Isobare von St. Petersburg liegt im niederen Luftdrucke — Cyclone; 2) im höheren Luftdrucke — Anticyclone; 3) diese Isobare verläuft auf längerer Strecke — über ganz Europa — geradlinig, oder in unregelmässigen geringen Knickungen

I. Oktober bis März.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Diff.
Cyclone.									
Zahl . . .	5	5	7	12	28	26	9	13	—
Stärke . . .	2,4	2,2	2,0	2,8	2,8	3,2	2,9	2,8	—
Luftdruck .	— 10,8	— 8,0	— 5,0	— 6,8	— 8,6	— 9,9	— 8,5	— 8,5	5,8
Temperatur .	+ 0,6	+ 2,0	+ 2,6	+ 4,0	+ 5,6	+ 5,5	+ 3,7	— 1,9	7,5
Bewölkung .	9,4	10,0	10,0	10,0	9,3	8,5	7,3	7,5	2,7
Regenwahrscheinlkt.	0,8	1,0	0,5	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5
Anticyclone.									
Zahl . . .	4	4	12	20	15	20	12	13	—
Stärke . . .	2,0	1,8	1,7	2,3	1,8	2,0	2,7	2,1	—
Luftdruck .	+ 2,3	+ 11,5	+ 13,1	+ 10,9	+ 10,1	+ 7,1	+ 1,1	+ 5,4	12,0
Temperatur .	— 6,5	— 3,0	— 7,1	— 2,2	— 1,9	+ 3,6	+ 5,8	— 0,1	12,9
Bewölkung .	6,7	8,8	4,9	8,0	8,0	8,7	7,2	7,2	3,9
Regenwahrscheinlkt.	0,5	0,2	0,2	0,7	0,5	0,3	0,5	0,2	0,5
Neutral.									
Zahl . . .	6	5	10	25	23	10	7	13	—
Stärke . . .	2,0	1,8	3,1	2,6	1,9	2,3	2,1	3,0	—
Luftdruck .	+ 5,7	+ 4,6	+ 5,0	+ 1,7	+ 2,1	— 2,6	— 0,4	— 3,4	9,1
Temperatur .	— 0,8	— 5,6	— 3,5	+ 1,7	+ 4,1	+ 7,1	+ 2,4	— 0,6	12,7
Bewölkung .	7,3	7,2	6,5	8,8	9,0	9,1	6,9	5,4	3,7
Regenwahrscheinlkt.	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5

II. April bis September.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Diff.
Cyclone.									
Zahl . . .	7	8	11	29	18	21	14	10	—
Stärke . . .	2,0	1,5	2,2	2,5	1,6	2,0	2,0	2,8	—
Luftdruck .	— 6,9	— 2,9	— 4,7	— 5,9	— 8,7	— 6,2	— 6,6	— 7,4	5,6
Temperatur .	— 5,0	— 1,0	+ 0,5	+ 1,0	+ 1,9	+ 1,7	— 2,3	— 0,7	6,9
Bewölkung .	7,1	8,5	7,6	7,7	7,9	6,2	7,1	4,6	3,9
Regenwahrscheinlkt.	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	0,4	0,5
Anticyclone.									
Zahl . . .	12	12	6	11	2	6	9	8	—
Stärke . . .	1,7	1,0	1,3	2,4	1,0	1,2	1,9	1,0	—
Luftdruck .	+ 3,3	+ 7,2	+ 5,5	+ 4,4	+ 3,5	+ 1,3	+ 3,1	+ 5,1	5,9
Temperatur .	— 0,1	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,4	+ 1,0	+ 3,5	+ 1,4	+ 0,3	3,6
Bewölkung .	4,1	3,6	5,3	4,5	5,0	3,0	4,8	3,5	2,3
Regenwahrscheinlkt.	0,2	0,2	0,0	0,5	0.0	0,0	0,2	0,1	0,5
Neutral.									
Zahl . . .	8	27	10	17	6	12	4	10	—
Stärke . . .	1,5	1,4	2,5	1,8	2,0	1,8	1,2	2,0	—
Luftdruck .	+ 1,9	+ 3,4	+ 1,3	+ 2,5	+ 0,3	+ 0,8	0,0	+ 1,8	3,4
Temperatur .	— 3,8	0,0	— 1,0	+ 2,4	+ 3,8	+ 2,6	— 1,0	+ 1,1	7,6
Bewölkung .	5,6	5,4	6,6	5,9	7,7	4,6	4,7	6,1	3,1
Regenwahrscheinlkt.	0,1	0,3	0,5	0,4	0,7	0,3	0,3	0,6	0,5

(neutral); 4) St. Petersburg liegt im windstillen Centrum einer Anticyclone oder ihm sehr nahe. Wenn auch zweijährige Beobachtungen für die Berechnung der Windrosen eine sehr kurze Zeit sind, so lassen die Resultate die charakteristischen Züge doch sehr gut erkennen. Wir gaben daher umstehend einen Auszug der Köppen'schen Tabellen für Luftdruck, Temperatur und Regenwahrscheinlichkeit (für St. Petersburg; die Zahlen für Luftdruck und Temperatur bedeuten Abweichungen vom Mittel).

Nach der Bessel'schen Formel berechnet ergiebt sich für die Lage der Extreme der thermischen Windrose und die Amplitude derselben:

	Winterhalbjahr			Sommerhalbjahr		
	Cyclone.	Anti-Cyclone.	Neutral.	Cyclone.	Anti-Cyclone.	Neutral.
Temperatur-Abw. Mittel der 8 Windstriche	+ 2,76°	— 1,42°	+ 0,60°	— 0,49°	+ 1,15°	+ 0,51
Richtung d. wärmsten Windes	S 3° E	S 68° W	S 41° W	S 12° E	S 22° W	S 5° W
„ „ kältesten „	N 3° W	N 68° E	N 41° E	N 12° W	N 22° E	N 5° E
Wärmster — kältester Wind	5,8°	10,3°	10,2°	5,1°	2,1°	5,2°

Es ist bekannt, dass ein Witterungsumschlag eintreten kann, ohne dass die Windrichtung sich ändert; dieses erklärt sich daher, dass der Wind, ohne Aenderung der Richtung, aus der anticyclonalen Krümmung in die cyclonale übergeht, wenn beispielsweise ein Minimum im Westen sich nähert, und umgekehrt.

Wir haben die Köppen'schen Windrosen hier ziemlich ausführlich besprochen, weil dieselben für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde von sehr grosser Wichtigkeit sind und hierdurch dargethan ist, dass die Benutzung des wettertelegraphischen Materials zu wissenschaftlichen Untersuchungen durchaus fruchtbringend sein kann. Es erscheint sehr wünschenswerth, dass die obige Methode auch für andere Orte zur Anwendung gebracht wird.

Unabhängig von den synoptischen Wetterkarten berechnete Schreiber[79]) aus 15jährigen Beobachtungen in Leipzig Windrosen für Luftdruck, Temperatur, absolute und relative Feuchtigkeit, Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit, indem er die 3mal täglichen Beobachtungen (zusammen 16 265 Fälle) nach 6 Gruppen ordnete:

1) Wind schwach, Barometer über 755mm, 3) Wind schwach, Barometer 745—755mm,
2) „ stark, „ „ „ 4) „ stark, „ „
5) Wind schwach, Barometer unter 745mm,
6) „ stark, „ „ „

Aus den sehr umfassenden und detaillirten Tabellen wollen wir hier die Hauptresultate wiedergeben:

Gruppe.		Zahl der Windrichtungen.				Thermische Windrose (Abweichungen).				Relative Feuchtigkeit (Abweichung vom Mittel).			
		NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
Winter	1	173	290	472	139	— 5,1	— 2,8	+ 1,1	— 1,3	+ 3	0	+ 1	+ 2
	2	118	66	220	82	— 6,0	— 1,6	+ 2,8	— 0,4				
	3	150	288	379	111	— 4,1	— 1,3	+ 1,6	— 1,7	+ 4	+ 1	— 2	+ 2
	4	114	110	439	121	— 5,2	— 0,8	+ 3,7	— 0,4				
	5	33	80	97	36	— 2,4	+ 1,2	+ 2,7	— 0,1	+ 6	+ 1	— 3	+ 5
	6	38	63	292	45	— 4,3	+ 0,2	+ 4,5	— 0,2				
Frühling	1	200	199	165	168	— 1,3	+ 0,1	+ 0,1	— 1,1	— 2	— 4	0	0
	2	92	55	35	100	— 1,4	+ 0,9	+ 0,7	— 1,3				
	3	278	385	503	313	— 0,5	+ 1,4	+ 0,6	— 1,0	0	— 5	— 1	+ 1
	4	145	109	287	294	— 1,9	+ 1,9	+ 1,5	— 2,3				
	5	75	124	171	70	— 0,1	+ 1,7	+ 1,4	— 1,0	+ 7	+ 4	+ 3	+ 8
	6	48	50	159	84	— 1,5	+ 1,7	+ 1,7	— 2,3				
Sommer	1	156	150	182	240	— 0,2	+ 0,9	+ 0,3	— 1,0	— 5	— 6	0	— 3
	2	25	12	31	115	— 0,5	+ 1,2	+ 0,2	— 1,4				
	3	271	485	775	446	+ 1,1	+ 2,1	+ 0,4	— 0,6	0	— 4	+ 2	+ 3
	4	79	86	446	324	+ 0,7	+ 3,5	0,0	— 1,7				
	5	15	34	52	29	— 0,1	+ 1,6	0,0	— 1,3	0	— 4	+ 2	+ 2
	6	9	17	106	19	+ 0,5	+ 3,4	— 1,3	— 3,1				
Herbst	1	250	272	227	169	— 2,8	— 1,8	— 0,1	— 1,2	0	— 2	0	+ 1
	2	86	45	103	77	— 1,9	— 0,1	+ 1,0	— 0,7				
	3	204	432	535	168	— 1,0	+ 0,2	+ 0,5	— 0,7	+ 7	0	— 1	+ 5
	4	68	111	504	134	— 1,7	+ 0,6	+ 1,3	— 0,8				
	5	41	112	144	38	0,0	+ 1,2	+ 0,7	— 0,3	+ 9	+ 4	+ 1	+ 10
	6	18	54	267	37	— 0,5	+ 1,8	+ 1,3	— 0,8				

Gruppe.		Bewölkung (0—10) Abweichung vom Mittel.				Regenwahrscheinlichkeit Abweichung vom Mittel.				Regenmenge (mm) Abweichung vom Mittel			
		NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
Winter	1, 2	+ 0,2	— 3,1	— 0,6	+ 0,6	— 5	— 30	— 2	+ 25	— 0,5	— 1,1	— 0,6	+ 0,3
	3, 4	+ 0,9	— 0,8	+ 0,5	+ 1,7	— 4	— 17	+ 9	+ 22	+ 0,1	— 0,4	+ 0,3	+ 0,9
	5, 6	+ 1,8	+ 0,3	+ 0,6	+ 1,9	— 5	— 7	+ 29	+ 39	— 0,2	— 0,5	+ 0,9	+ 0,7
Frühling	1, 2	— 1,7	— 3,7	— 0,6	+ 0,5	— 24	— 33	— 6	+ 1	— 1,2	— 1,4	— 0,4	— 0,8
	3, 4	+ 1,8	— 1,8	+ 0,5	+ 1,4	— 4	— 22	+ 8	+ 17	— 0,1	— 1,1	— 0,2	+ 0,4
	5, 6	+ 2,0	+ 0,9	+ 1,0	+ 2,3	+ 15	+ 6	+ 26	+ 38	+ 1,2	— 0,4	+ 1,5	+ 2,9
Sommer	1, 2	— 2,0	— 3,0	— 1,0	— 0,3	— 24	— 38	— 14	— 13	— 1,3	— 1,9	— 1,4	— 1,0
	3, 4	+ 0,8	— 2,0	+ 0,4	+ 0,5	— 16	— 22	+ 10	+ 10	— 1,2	— 1,3	+ 0,5	+ 0,7
	5, 6	+ 2,0	+ 1,6	+ 2,3	+ 3,2	— 8	— 20	+ 36	+ 32	+ 1,0	+ 0,2	+ 4,1	+ 4,4
Herbst	1, 2	— 1,5	— 4,5	— 0,7	+ 0,5	— 22	— 34	— 9	+ 3	— 1,3	— 1,4	— 1,1	— 0,7
	3, 4	— 0,3	— 1,7	+ 0,5	+ 2,1	— 7	— 22	+ 10	+ 24	0,0	— 0,8	— 0,1	+ 1,7
	5, 6	+ 2,6	+ 1,1	+ 1,5	+ 2,3	+ 6	+ 9	+ 34	+ 35	+ 2,4	+ 0,7	+ 1,7	+ 4,8
Mittel:		Winter 7,3, Frühling 6,5, Sommer 6,3, Herbst 6,7.				Winter 37, Frühling 41,. Sommer 44, Herbst 41.				Winter 1,2, Frühling 1,6, Sommer 2,1, Herbst 1,5.			

Diese Tabellen bieten manches Lehrreiche und gewähren werthvolle Anhaltspunkte für die Wetterprognose. Die Resultate, welche Schreiber selbst aus diesen Untersuchungen zieht, sind folgende:

„1) Es besteht keine Abhängigkeit erster Ordnung des Barometerstandes von der Windrichtung.

2) Barometerstand und Windrichtung sind Functionen der allgemeinen Witterungsverhältnisse über einem grösseren Gebiet.

3) Die Temperatur eines Ortes hängt von der Windrichtung in erster Linie, von dem Barometerstand in zweiter Linie ab, derart, dass, je höher der Druck ist, um so tiefer die Temperatur aller Strömungen. Nur der Sommer macht hievon eine Ausnahme. Bei tiefem Barometerstand haben die Winde eine mehr erwärmende Einwirkung.

4) Die Einwirkung von Windrichtung und Barometerstand auf die absolute Feuchtigkeit ist complicirt und nicht sehr bedeutend. Im Allgemeinen scheinen die wärmsten Strömungen auch die grösste Menge Dampf mit sich zu führen.

5) Relative Feuchtigkeit, Bewölkung, Wahrscheinlichkeit und Höhe des Regens sind in erster Linie Funktionen des Luftdruckes, und zwar stehen sie zum Luftdruck im umgekehrten Verhältniss. Jedoch sind diese Elemente auch in zweiter Linie von der Windrichtung abhängig.

6) Daraus scheint weiter hervorzugehen, dass das Barometer in der That bei uns den Namen verdient, welchen ihm der Volksmund gegeben hat, dass es in der That ein Wetterglas ist."

2) Barometrische Maxima (Anticyclonen).

Die oben besprochene und durch Karten (Fig. 15 und 16) veranschaulichte mittlere Luftdruckvertheilung tritt in den einzelnen synoptischen Karten von Europa mit grosser Entschiedenheit in den Vordergrund. Als charakteristische Züge dieser Druckvertheilung heben wir hervor: den hohen Luftdruck im Süden Europas und die Abnahme desselben nach Nord und insbesondere nach Nordwest über die britischen Inseln hinaus und die hierdurch bedingten lebhaften südwestlichen Winde, sowie die Schwächung dieser Luftdruckvertheilung im Frühjahr durch Zunahme des Luftdruckes über Nordeuropa und Abnahme im Süden, womit eine Schwächung der südwestlichen Luftströmung, und häufigere Umkehrung der Gradienten mit Eintritt nordöstlicher Winde verknüpft ist.

Der hohe Luftdruck über Südeuropa ist im Winter die Brücke zwischen dem atlantischen barometrischen Maximum der Rossbreiten, welches den Passat von der Zone der vorherrschenden Westwinde trennt, und dem grossen Maximum des asiatischen Continentes; im

Sommer dagegen hat das asiatische Maximum einem Minimum Platz gemacht, während das atlantische Maximum sich auf den Ocean beschränkt, häufig schwache Ausläufer nach Südwesteuropa entsendend. Die eben genannte Brücke hohen Luftdruckes, welche Wojeikof[80]) „die grosse Axe des Continentes“ nennt, ist in der kälteren Jahreszeit sehr wichtig, indem sie das Gebiet nördlicher und östlicher Luftströmung im Süden von demjenigen südlicher und westlicher Winde im Norden scheidet.

Die beiden grossen barometrischen Maxima, das der Rossbreiten über dem atlantischen Ocean und das nur in der kälteren Jahreszeit existirende im continentalen Asien, spielen bei den Witterungsvorgängen in unseren Gegenden, wie ich noch des Näheren zeigen werde, die Hauptrolle. Im Winter breitet sich nicht selten der hohe Luftdruck des asiatischen Maximums über Nordeuropa aus, östliche Winde mit klarer, trockener und eisig kalter Luft hervorrufend, zuweilen umschliesst es Centraleuropa, welches jetzt, ausser dem Bereiche des warmen feuchten oceanischen Luftstromes liegend, unter dem Einflusse der durch klare, trockene und ruhige Luft begünstigten Ausstrahlung rasch und stark erkaltet, oder er verschiebt sich nach Südosteuropa oder der Alpengegend und schafft der oceanischen Luft über Europa freien Zutritt, welche jetzt im breiten lebhaften Strome bis weit in den Continent vordringt, überall mildes, feuchtes Wetter hervorbringend.

Ebenso beeinflusst das atlantische Maximum Wind und Wetter in unseren Gegenden und zwar in allen Jahreszeiten: gewöhnlich, insbesondere im Winter, sendet es eine Zone hohen Luftdruckes zungenförmig nach Südwesteuropa hinüber, über das Alpengebiet hinaus, und begünstigt so die Entwickelung und das Vorwalten südwestlicher und westlicher Winde, zu allen Jahreszeiten Trübung und Niederschläge, im Sommer Kühlung, im Winter Erwärmung bringend. Indessen breitet sich dieser hohe Luftdruck nicht selten weiter nordwärts aus nach Westfrankreich oder nach den britischen Inseln und diese Situation ist durch feuchte und kühle Witterung gekennzeichnet, wie sie insbesondere im Frühjahr und Sommer vorzukommen pflegt. Greift dieser hohe Luftdruck nach unseren Gegenden hinüber, wobei (in der kälteren Jahreszeit) öfters eine Verbindung mit dem asiatischen Maximum stattfindet, so ist die Witterung ruhig und heiter, im Winter kalt, im Sommer warm. Von diesen beiden grossen barometrischen Maxima lösen sich nicht selten kleinere Theile los, die dann eine kürzere oder längere Zeit Bestand haben, sich selbst-

ständig weiter umgestalten und fortbewegen, oder es entwickeln sich auf irgend einem Gebiete barometrische Maxima, die gewöhnlich wieder rasch verschwinden, oder sich an ein Hauptmaximum anlehnen.

Die barometrischen Maxima haben nach diesen wenigen Andeutungen auf unsere Witterungsvorgänge, ja auf den Witterungscharakter ganzer Monate und Jahreszeiten einen entscheidenden Einfluss, so dass wir nicht unterlassen können, dieselben hier eingehend zu besprechen.

Die Entstehung und Unterhaltung der die Tropenzone einschliessenden Gürtel hohen Luftdruckes haben wir bereits oben näher betrachtet; es war der in der Höhe niedersinkende Luftstrom das ursächliche dieser Erscheinung, wodurch die Luftdruckdifferenzen unterhalten, oder vielmehr stets von Neuem hervorgerufen und ein Kreislauf in den atmosphärischen Bewegungen verursacht wurde. Auch die Anticyclonen unserer Gegenden werden durch Luftmassen gespeist, welche aus grösserer Höhe, entweder aus anomal erwärmten Gegenden niederer Breiten oder aus Gebieten niederen Luftdruckes (Depressionen), welche beständig den hohen Luftdruck umkreisen, abfliessen und niedersinken, so dass hierdurch die unten nach allen Seiten hin fortströmenden Luftmassen ersetzt werden und eine vertikale Circulation der Luft unterhalten wird. Während die Depressionen gewöhnlich nur einen verhältnissmässig geringen Querschnitt haben, aber in ihrer Umgebung eine sehr energische Luftbewegung, überdecken die barometrischen Maxima meist grosse Länderstrecken und zeigen innerhalb ihres Umfanges Winde, die im Innern ausserordentlich schwach sind und nach der Peripherie hin nur sehr langsam an Stärke zunehmen.

Ein vertikaler Kreislauf der Luftmassen im obigen Sinne kann nur dadurch zu Stande kommen, dass der nach aussen gerichtete Gradient über dem barometrischen Maximum nach und nach mit der Höhe abnimmt, bis er in einer gewissen Höhe Null wird, worauf er dann in den entgegengesetzten, nach innen gerichteten übergeht und an Grösse zunimmt. In der Umgebung der angrenzenden Cyclonen scheint der Gradient gewöhnlich eine ähnliche Aenderung mit der Höhe zu zeigen, so dass derselbe in den untersten Schichten nach innen gerichtet ist, in gewisser Höhe Null wird und dann in den entgegengesetzten übergeht. Ueber dem Maximum sind die Flächen gleichen Druckes unten nach aussen hin, in der Höhe nach innen hin abwärts geneigt, getrennt durch eine hori-

zontale Fläche gleichen Druckes (neutrale Schichte); während über der Depression die Druckflächen das umgekehrte Verhalten zu zeigen scheinen. Hiernach befindet sich in der Höhe über der Anticyclone eine Cyclone und über der Cyclone eine Anticyclone wie folgende schematische Figur zeigt, welche auch den vertikalen Kreislauf der Luft veranschaulicht.

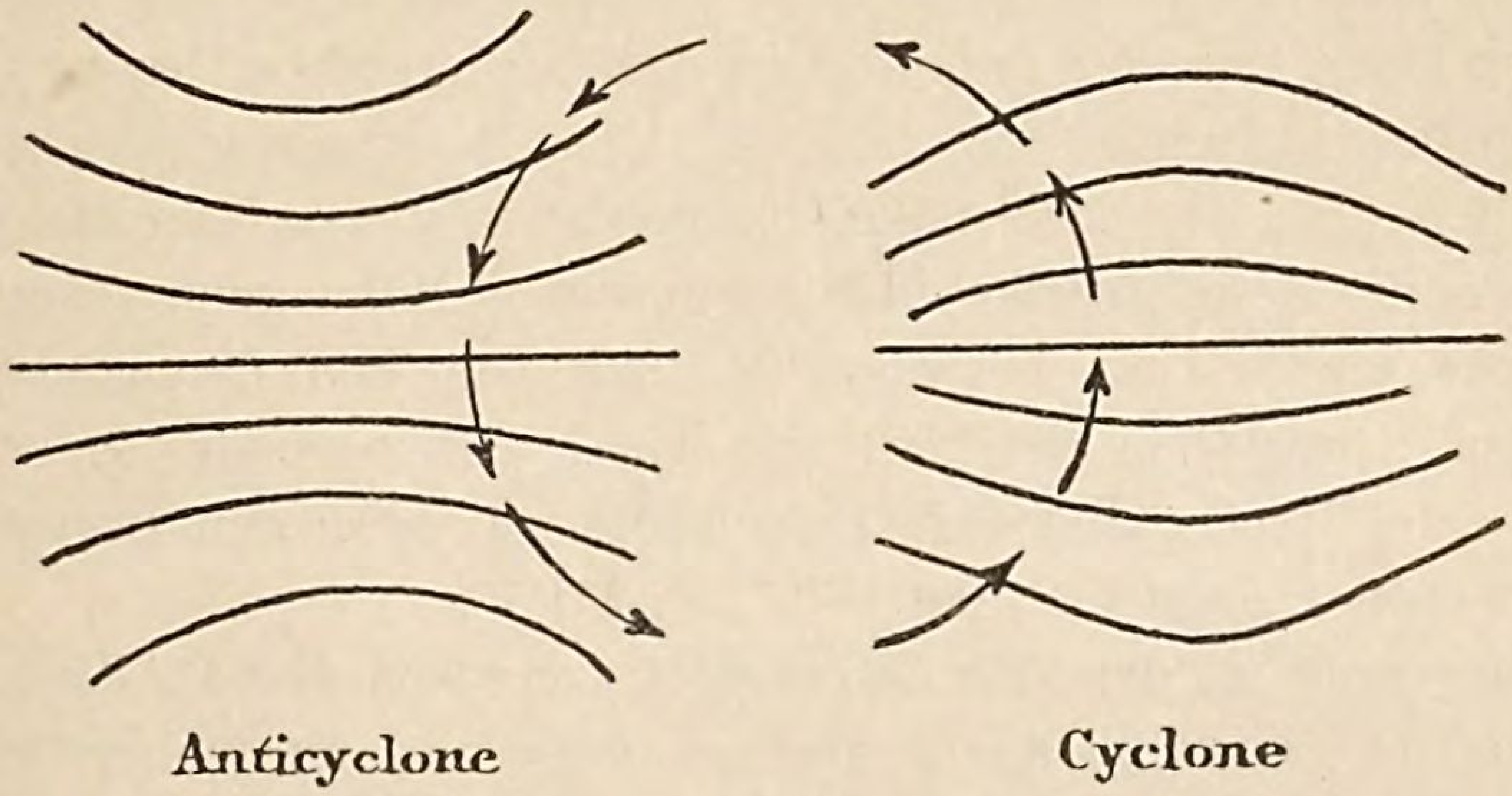


Fig. 18.

Dieser Luftdruckvertheilung entsprechend ist die Grösse der Luftbewegung nach der horizontalen Componente in der neutralen Luftschichte Null und nimmt nach unten und nach oben hin zu, und zwar im entgegengesetzten Sinne.

Da die Strömung der Luftmassen über dem barometrischen Maximum in der Höhe nach dem centralen Gebiete hingeht, und unten von diesem sich entfernt, so muss in jenem die Luft herabsinken zum Ersatze der unten abfliessenden Luft.

Beim Herabsinken wird die Luft erwärmt und zwar für je 100^m um nahezu 1° C., dabei nimmt die relative Feuchtigkeit der Luft beständig ab, und diese erlangt die Fähigkeit, den von der Erdoberfläche kommenden Wasserdampf leicht in sich aufzunehmen. Hiernach werden wir über dem Gebiete des Maximums warme und trockene Luft antreffen. Indessen ist dieses in den unteren Luftschichten nicht der Fall, vielmehr zeigen diese in der kälteren Jahreszeit gewöhnlich eine ausserordentlich grosse Kälte, so dass unsere strengen Winter der Entwickelung und Beständigkeit von Luftdruckmaxima ihren Ursprung und ihre längere Dauer verdanken. Die Bewegung der über dem Maximum herabsinkenden Luft erlahmt nämlich nach und nach und geht in einer gewissen Entfernung von der stark abgekühlten Erdoberfläche, auf welcher eine kalte schwere

Luftschicht unmittelbar aufliegt, in die horizontale Richtung über. Besonders geeignet zur Ansammlung von kalter Luft sind die Thalbecken, die bei diesem Zustand von jeder Circulation ausgeschlossen sind. Die in diesen sich entwickelnden Wasserdämpfe condensiren sich bei Unterbrechung der Insolation zu Nebeln, welche sich immer weiter aufwärts ausbreiten bis hinauf zu den Regionen, wo die warme trockene Luft herniedersinkt. Da die Luftschichten sich nach der Schwere über einander ordnen und das Niedersinken des von oben kommenden Luftstroms in sehr schräger Richtung geschieht, die weiter unten in die horizontale übergeht, so kommt es nicht selten vor, dass die Nebelschichte in einer gewissen Höhe ganz scharf von trockener klarer Luft begrenzt ist und von den daraus hervorragenden Berggipfeln gesehen, wie ein leicht wogendes Meer aussieht, eine Erscheinung, die man selbst auf niedrigen Berggipfeln oft zu sehen Gelegenheit hat.

Hierdurch ist der Wärmetransport von oben her für die untere Luftschichte fast vollständig abgeschnitten und nur selten stürzen die warmen Luftmassen föhnartig in die Niederungen. Daher erklärt es sich, warum die eben dargelegten Zustände sich so lange erhalten können.

Ein schönes Beispiel ist das Luftdruckmaximum, welches sich am 23. Januar 1876 über Mitteleuropa einstellte und sich daselbst bis zum 3. Februar erhielt. Am 24. und 25. erreichte der Luftdruck im Meeresniveau vom südlichen England bis Mittelitalien hinab 778—780^{mm}. Die Witterungserscheinungen während der Herrschaft dieses Maximums sind von Hann [81]) eingehend untersucht worden und haben einige sehr wichtige Resultate zu Tage gefördert. Während der ganzen Zeit vom 25. Januar bis zum 4. Februar war der Witterungscharakter in den Niederungen ein höchst gleichförmiger. Eine dichte Nebelhülle lag entweder auf der Erdoberfläche selbst, oder hob sich nur wenige 100 Fuss von derselben, während Bäume, Sträuche, Zäune und selbst die vorspringenden Kanten und Ecken der Gebäude sich mit silberglänzendem Rauhfrost von seltener Intensität bekleideten. Der Wind war in dieser ganzen Zeit sehr schwach und kam aus östlicher Richtung; vorherrschend war Windstille. Die Temperatur sank in Wien zugleich mit dem Eintritt des Luftdruckmaximums und dem Einfallen des Nebels unter das Mittel und hielt sich Tag und Nacht fast gleichförmig zwischen — 8^{0} und — 5^{0} C.

Dagegen in den Alpenhöhen, wo bei Eintritt des Maximums

ebenfalls schwache Winde und Windstille eintraten, war die Luft klar und trocken, während die Temperatur andauernd erheblich über der normalen lag. Die kalte Luftschichte, welche keine bedeutende Mächtigkeit hatte, zeigte keine einheitliche horizontale obere Begrenzung; die grösste Kälte herrschte in den tieferen Thalbecken, aber auch die höchstgelegenen Thäler waren mit kalter Luft angefüllt, während Bergabhänge in gleicher Höhe sich der milden Temperatur der freien Atmosphäre zu erfreuen hatten.

Die Temperaturzunahme mit der Höhe folgt aus folgender Zusammenstellung nach Hann, in welcher die Temperaturmittel für die 10 Tage vom 22. bis 31. Januar für 7h a. m. und 9h p. m. gegeben sind.

St. Paul	394m	— 9,9°	Klagenfurt	440m	— 12,4°	Bad Villach	488m	— 13,3°
Kamp	1106	— 1,3	Fellach	805	— 5,8	Bleiberg	892	— 7,4
			Obir I.	1060	— 2,5			
Eberstein	598	— 7,0	Petzen	1484	— 0,7	Gottesthal	482	— 11,8
Micheldorf	626	— 9,0				Tröpolach	593	— 13,7
Hüttenberg	783	— 5,3	Saifnitz	817	— 8,5	Cornat	1040	— 0,5
Hausdorf	924	— 6,7	Raibl	981	— 3,0			
						Lienz	657	— 8,7
Maltein	824	— 4,1	Salzburg	424	— 8,6	Ober-Vellach	670	— 6,5
St. Peter	1217	— 4,0	Werfen	547	— 9,8	Fleiss	2740	— 5,7
			Abtenau	711	— 8,8			
Sachsenburg	546	— 10,1	St. Johann	595	— 7,8	Tamsweg	1014	— 14,8
Oberdrauburg	610	— 10,2				Rauris	1138	— 7,4
Berg	713	— 5,3	Zell a. See	745	— 14,0			

Also überall in denselben Thälern und Landestheilen nimmt die Temperatur mit der Höhe zu, aber in gleichen Höhen ist sie nicht dieselbe.

Das Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit betrug:

Januar 1876	—	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Chaumont	1150m	100	85	66	61	58	65	69	72	68	65
Neuchatel	488	97	98	94	95	99	98	99	100	99	100

Die mittlere Bewölkung vom 22. bis 30. Jan. hatte den Werth:

Salzburg	430m	4,0°	Neuchatel	488m	10,0°	Rauris	1158m	2,3°
Klagenfurt	440	4,8	St. Georg	563	6,9	Fleiss	1740	2,5
Ischl	456	3,3	Lienz	667	1,7	Schafberg	1756	3,2
Zürich	480	9,5	Chaumont	1152	2,6	Rigikulm	1784	2,4

Die eben hier betrachteten Erscheinungen wiederholen sich fast stets bei barometrischen Maxima, so dass sie für diese ganz charakteristische Erscheinungen sind. Dass aber auch die warmen niedersteigenden Luftströme in die Niederungen herabgehen, und dort die Wärme erheblich erhöhen können, zeigen die barometrischen Maxima Ende December 1881 und Mitte Januar 1882 [82]).

Am 27. und 28. December 1881 trat ein warmer trockener

Wind aus dem Barometermaximum in den Niederungen selbst heraus, eine Erscheinung, welche sich in auffallender Weise in Wien und Umgebung bemerkbar machte, und welche sich etwa einen halben Monat später, um Mitte des Januar 1882, wiederholte.

Den Einfluss der Alpen auf die Vorgänge in einem darüber hinziehenden Luftdruckmaximum hat Lingg eingehend besprochen[83]), wir geben die Resultate seiner Abhandlung hier wieder:

„1) Die Fläche gleicher Luftdruckwerthe werden von unten an, im Verhältniss der horizontalen Ausdehnung der Gebirgsmassen und deren Abnahme nach aufwärts gehoben. Diese Hebung erstreckt sich um so weiter hinauf, je höher das Gebirge ansteigt; sie nimmt bis an den Gebirgskamm in dem eben bezeichneten Verhältniss zu und pflanzt sich, allmählich wieder abnehmend, über demselben bis an die neutrale Druckfläche fort; diese folgt der Wirkung von unten so lange, bis der Luftraum zwischen ihr und der Gebirgsoberfläche gleich demjenigen wird, welcher ausserhalb des Gebirges zwischen dem Boden, beziehungsweise der Meeresfläche und ihr bestand.

Die Zunahme der Abstände der Druckflächen, also der Höhendifferenz gleicher Luftdruckdifferenzen wächst mit der horizontalen Ausdehnung der Gebirgserhebung nach abwärts; die Summe dieser Zunahme aber wächst nach aufwärts bis an den Gebirgsscheitel, wo die Zunahme aufhört.

2) Die auf das Gebirge niedersinkenden Luftmassen kommen hierdurch um den Betrag der Hebung der Druckflächen früher unter dem Druckwerthe der letzteren und demnach mit relativ grösserer, durch die hiebei erfahrene Compression erzeugter Temperaturerhöhung in deren Niveaux an, als ohne den Bestand des Gebirges.

3) Durch diese gegen die Axe des Gebirges zunehmende Hebung, also umgekehrt nach auswärts entstehende Neigung der Druckflächen werden in dieser Richtung Gradienten hervorgerufen, welche den niedersinkenden Luftmassen eine Bewegung nach auswärts mit gesteigerter Geschwindigkeit verleihen.

4) Diese letztere verhindert den erkältenden Einfluss der zum grossen Theile mit Schnee und Eis bedeckten Oberfläche der Gebirgsmassen auf die an ihren Hängen auf die Thalräume um so rascher niederfallende Luft, so dass dieselbe ihre immer mehr zunehmende Compressionswärme ohne wesentlichen Verlust bis an die Sohle ihres Abfalles bewahren kann und an dieser demnach mit einer Temperatur anlangt, wie sie sich für einen absteigenden Strom trockener Luft berechnet.

5) Dieser Luftstrom findet aber in den Thalräumen keinen Abfluss und muss sich deshalb bis an das Niveau des Kammes, beziehungsweise der Pässe des äusseren Gebirgszuges aufstauen, in welchem er über diese hinweg in das nächst äussere Thal weiter und unter ähnlichem Vorgange so fort bis an den Fuss des Gebirges abfallen wird, von wo an er dem Gefälle des Bodens folgt.

6) Die Sohle einer solchen Luftabfallstufe liegt also in dem Niveau des äusseren Kammes; darunter herrscht Windstille, und Nebel erfüllt diese Thalräume, welcher deren Hänge und Gründe der Insolation gänzlich entzieht und die Temperatur darin immer mehr erniedrigt.

7) Ueber dieser Sohle und Nebeloberfläche liegt wolkenloser Himmel und sinken die Luftmassen aus Höhen geringer Dichte hinab in das Niveau von immer höherem Luftdruck; unter steter Steigerung ihrer Temperatur fallen sie nieder, Stufe über Stufe bis an den Fuss des Gebirges, von dem weg sie unter Abnahme der Gradienten nach auswärts abfliessen und dabei über das Vorland ihre relative Wärme ergiessen.

8) Da, wo ausserhalb des Gebirges, soweit sich das Gebiet des Luftdruckmaximums erstreckt, die darin langsam den Boden erreichenden Luftmassen durch das Relief desselben an dem Abzug nach auswärts behindert werden, stauen sie sich bis in jenes Niveau auf, in welchem sie hinreichenden Ausweg zu ihrem weiteren Abfluss finden.

Dieses Niveau bildet dann eine ähnliche horizontale Scheidefläche der Witterungsverhältnisse darüber und darunter, wie dasjenige der Kämme über den Gebirgsthälern, und damit entstehen auch hier ähnliche Temperaturanomalien; nun kömmt hiebei keine ungleiche und beträchtliche Hebung der Druckflächen zu Stande und darum auch keine der hiedurch hervorgerufenen Consequenzen zur Erscheinung.

9) So fehlt auch die im Gebirge durch die Gradienten erzeugte Beschleunigung der Bewegung und die Luftmassen sind deshalb dem Einflusse der Bodenoberfläche, beziehungsweise der Nebeloberfläche unterworfen.

10) Die Fortpflanzung der Hebung der Druckflächen über dem Gebirgsscheitel bis zur neutralen Druckfläche erzeugt einen Damm in der oberen Depression, in Folge dessen das Centrum des Maximumgebietes sich in der Richtung von der Gebirgsaxe zu diesem

verlagern muss und damit auch dieses Gebiet selbst und vielleicht auch mit der Zeit das ganze System der Anticyclone." —

Wie bereits erwähnt, sind die barometrischen Maxima die ständigen Begleiter strenger Winterkälte. Dabei ist das Vorhandensein oder die Abwesenheit der Schneedecke von sehr grosser Wichtigkeit[84]). Die Schwankungen der Bodentemperatur sind schon in geringer Tiefe bedeutend geringer, als in der Luft, und folgen denjenigen der Luft sehr langsam, so dass mitten im Winter der Boden daselbst erheblich wärmer ist, als die Luft. Die Schneedecke, welche bekanntlich ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, hebt die Verbindung zwischen Boden und Luft auf, die Wärmezufuhr vom Boden wird der Luft entzogen, und die Oberfläche strahlt jetzt ungehemmt bei klarem Himmel aus, ohne hierfür von dem Boden Ersatz zu erhalten. Dagegen bei Abwesenheit der Schneedecke wird ein Wärmeaustausch zwischen Luft und Boden unterhalten, und hierdurch das Temperaturminimum abgestumpft.

Es ist bekannt, dass den grossen denkwürdigen Kälteepochen 1788—89 und 1829—30 ausgedehnte Schneefälle vorausgingen. Ebenso war der sehr strenge Winter 1879—80 durch einen Schneesturm eingeleitet worden (December), welcher ganz Centraleuropa mit einer beträchtlichen Schneedecke überdeckte. Die Kälteextreme des Decembers 1879, welche meistens vom 9. auf den 10. eintraten, waren ausserordentlich tief, in Deutschland lagen sie stellenweise unter — 25° C.[85]). Der Monat Januar 1880 bietet dieselben atmosphärischen Bedingungen wie sein Vorgänger (namentlich durch die andauernde Existenz eines hohen barometrischen Maximums über Centraleuropa), aber da die Schneedecke fehlte, war die Kälte weniger intensiv. Auch im Winter 1881—82 war Centraleuropa von lang andauernden Maxima frequentirt, aber hauptsächlich wegen der fehlenden Schneedecke kamen abnorme Kälteextreme nicht vor.

Es sei hier noch die Entstehung einer Klasse barometrischer Maxima erwähnt, welche auf der Rückseite (Westseite) der ostwärts abziehenden Depressionen zu erscheinen pflegen, und einen nur kurzen Bestand haben, aber für unsere Witterungsvorgänge von hoher Bedeutung sind.

Aus den synoptischen Karten von Hoffmeyer hatte Loomis für Europa und den nördlichen atlantischen Ocean gefunden[86]), dass in 3/4 aller Fälle das barometrische Maximum im Südosten der Depression lagerte in einer mittleren Entfernung von 1700 Miles (in Nordamerika im SSE in einer Entfernung von 1200 Miles) und

war zu dem Schlusse gekommen, dass die barometrischen Maxima ihre Entstehung den Luftmassen verdanken, welche aus dem Gebiete niederen Luftdruckes in der Höhe abgeflossen sind, und dass dieser Abfluss sowohl in Amerika als Europa nach SE hin stattfindet. In einer späteren Abhandlung[87]) macht Loomis nochmals auf diese Maxima aufmerksam und erklärt ihre Entstehungsweise dadurch, dass durch das vorhergegangene Minimum NW- und N-Winde mit grosser Intensität nach dessen Westseite gezogen würden, dort würden sie nach rechts, d. h. nach W abgelenkt und hierdurch finde eine mechanische Verdichtung der Luft in W statt, wozu noch die verdichtende Wirkung der Kälte käme, welche die aus nördlichen Gegenden zuströmenden Luftmassen mit sich führten.

Eine derartige Bildung barometrischer Maxima auf der Rückseite einer ostwärts fortschreitenden Depression im Gebiete der nördlichen Luftströmung kommt in Europa sehr häufig vor, wobei hinter der Depression die Temperatur rasch sinkt und endlich bei ruhigem heiterem Wetter den tiefsten Stand erhält, dann aber, wenn vor den im Nordwesten herannahenden neuen Depressionen das Maximum süd- oder südostwärts zurückweicht, bei auffrischenden Winden und Trübung rasch wieder steigt.

Die Höhe der barometrischen Maxima kann einen ausserordentlich grossen Werth erreichen. Die mittleren und absoluten Maxima des Luftdruckes auf das Meeresniveau reducirt betrugen nach Wojeikof[88])*):

		Seehöhe	Mittlere Maxima Dec.	Jan.	Febr.	Absol. Max.
Barnaul	1870—77	140	788,1	787,2	782,6	802,1
Irkutsk	1873—77	461	790,4	790,3	786,9	800,2 (vgl. unten)
Hüttenw. Nertschinsk	1870—77	660	787,8	790,4	784,9	790,5

Ferner giebt Hann[89]) noch folgende Barometermaxima, reducirt auf das Meeresniveau:

St. Petersburg . .	16. Jan. 1869	9h p. m.	(Seehöhe 4,7m)	= 796,5mm	bei	— 20,0° C.	u.	SE
Moskau	„ „ „	10h a. m.	(„ 156m)	= 797,2 „	„	— 28,4° C.	u.	Calme
Wilna	„ „ „	7h a. m.	(„ 118m)	= 793,9 „	„	— 16,9° C.	u.	SE 4
Jenisseisk . . .	15. Jan. 1872	7h a. m.	(„ 80m)	= 796,8 „	„	— 18,6° C.	u.	Calme
„ . . .	16. Dec. 1877	9h p. m.	(„ 80m)	= 799,7 „	„	— 38,0° C.	„	„
Irbit	14. „ „	„ p. m.	(„ 68m)	= 797,3 „	„	— 35,0° C.	„	„
Omsk	15. „ „	„ p. m.	(„ 80m)	= 799,4 „	„	— 38,1° C.	„	„
Barnaul	17. „ „	„ p. m.	(„ 140m)	= 803,7 „	„	— 47,9° C.	„	„
Semipalatinsk . .	16. „ „	„ p. m.	(„ 182m)	= 805,7 „	„	— 48,6° C.	„	E 1
Nukuss	„ „ „	7h a. m.	(„ 66m)	= 796,0 „	„	— 31,3° C.	„	ENE
Petro-Alexandrowsk	„ „ „	„ a. m.	(„ 100m)	= 795,0 „	„	— 31,0° C.	„	NE

*) Wenn nichts Anderes bemerkt ist, sind die im Folgenden angegebenen Barometerstände auf das Meeresniveau reducirt.

Nach Renou stieg in Paris das Barometer am 6. Februar 1821 auf 787,2^{mm}, am 17. Januar 1882 auf 786,7^{mm}. Am 16. Januar 1882 überdeckte ein barometrisches Maximum von über 785^{mm} das grosse Gebiet zwischen Triest, Brüssel, Kopenhagen, Wilna und Hermannstadt; in Hamburg erreichte der Barometerstand am Vormittage dieses Tages 786,9^{mm}, während seit 1868 der höchste Stand etwa 782^{mm} betrug; nach den Beobachtungen zu Emden (1836—70) erreichte daselbst das höchste Luftdruckmaximum im December 1859 den Werth von 786^{mm}, so dass der Stand vom 16. Januar 1882 als der höchste zu bezeichnen ist, welcher seit 45 Jahren im nordwestlichen Deutschland beobachtet wurde. In Swinemünde zeigte das Barometer um 10^{h} a. m. 787,5^{mm}, in Neufahrwasser am 15. Januar sogar 788,3^{mm} um 11^{h} a. m. In Centraleuropa betrug der Luftdruck innerhalb des Centralraumes des Maximums 5 Tage hindurch mehr als 785^{mm} und 8 Tage hindurch mehr als 780^{mm}. In seinem Witterungsberichte für diesen Monat sagt Billwiller[90]): „In den höheren Regionen war, wie immer zur Zeit des Regimes barometrischer Maxima, das Wetter meist hell und ausserordentlich mild, während unten Kälte herrschte und die Niederungen von Dunst und Nebel erfüllt waren."

Es ist von Interesse, diesen absoluten Maxima die niedrigsten beobachteten Barometerstände entgegenzustellen, um eine angenäherte Vorstellung davon zu haben, zwischen welchen Grenzen sich der Luftdruck in unseren Breiten bewegen kann (vgl. auch unten):

Nach Renou wurde am 4. Februar 1824 zu Rejkiavik ein Barometerstand von 692,0^{mm} beobachtet und am 5. Februar 1870 von dem Dampfer „Tarifa" in 51^{0} nördlicher Breite und 24^{0} westlicher Länge 694,2^{mm}.

Auf den britischen Inseln sinkt das Barometer selten unter 710^{mm}, während der 60 Jahre vor 1827, über welche sich James Hoy's Barometerbeobachtungen erstrecken, war der tiefste Barometerstand im Meeresniveau 711,3^{mm}; während der letzten 43 Jahre, von welchen die Beobachtungen zu Culloden House vorliegen, war der niedrigste reducirte Stand am 27. December 1852 um 11^{h} a. m. 710,8^{mm}. In der Lücke zwischen diesen beiden langen Beobachtungsreihen machte der Optiker George Innes Beobachtungen in Aberdeen und beim Sturme am 7. Januar 1839 wurde Morgens 703,4^{mm} beobachtet, der niedrigste Stand in 120 Jahren bis zum 26. Januar 1884, wo das Barometer weit unter 700^{mm} herabsank. In Edinburgh trat das Minimum um 10^{h} p. m. ein und betrug 697,2^{mm}

(60^{mm} Abweichung vom Mittel). Die tiefsten bisher berichteten Barometerstände waren 693,9 zu Kilcreggan um 8½^{h} p. m. und 694,3^{mm} zu Ochtertyre um 9^{h} 45 p. m.[91]); indessen ist die erstere Angabe unsicher.

Vergleichen wir direkt mit diesem tiefsten Stande das absolute Maximum von Semipalatinsk am 16. December 1877 = 805,7, so erhalten wir die erstaunliche Differenz von 111,8^{mm}, ein Betrag, der nahezu den 6. Theil des ganzen Atmosphärendruckes beträgt. —

Ueber die Umwandlung und Fortbewegung der barometrischen Maxima sind bisher nur wenige Studien gemacht worden, obgleich dieser Gegenstand von der grössten Bedeutung ist. Die Behandlung der barometrischen Maxima ist mit grösseren Schwierigkeiten behaftet, als diejenige der Minima. Das Centrum oder der Kern des Gebietes hohen Luftdruckes lässt sich in vielen Fällen sehr schwer genau feststellen, wogegen die Depressionen meistens eine bestimmte Stelle niedrigsten Luftdruckes aufweisen, welches die Luftmassen an der Erdoberfläche umkreisen; ferner werden die Maxima durch die Depressionen verschiedentlich eingeengt, ihre Form wird dadurch ausserordentlich unregelmässig und oft bis fast zur Unkenntlichkeit verändert. Daher eignen sich die Maxima zur statistischen oder kartographischen Behandlung viel weniger als die Minima.

Der häufigste und für unsere Witterungsverhältnisse wichtigste Fall ist die Lostrennung eines barometrischen Maximums aus den grossen Maximalgebieten des continentalen Asiens oder der Rossbreiten, die sich als selbstständige Maxima weiter ausbilden, umwandeln, ihren Ort verändern und dann verschwinden oder mit einem anderen Gebiete höheren Luftdruckes sich verschmelzen.

Bekanntlich ist die Fortbewegung der Maxima in der Regel eine ausserordentlich langsame; in vielen Fällen sind dieselben mehrere Tage hindurch stationär, während ihre Umgrenzungen in stetiger Umwandlung begriffen sind. Rasche Fortpflanzungen, sogar über 100 Myriameter in 24 Stunden sind jedoch nicht ohne Beispiel, und kommen gewöhnlich vor, wenn die Maxima im Rücken von Theildepressionen auftreten, wie es nicht selten bei der Entwickelung der Nordwestwinde an unserer Nordseeküste der Fall ist.

Die Fortpflanzungsrichtung der Maxima ist viel unregelmässiger als die der Minima. Obgleich alle Bewegungsrichtungen vertreten sind, so ist doch die west-östliche die vorwiegende. Bestimmte Kennzeichen und Anhaltspunkte für die Fortpflanzung der Maxima, wie wir sie für die barometrischen Minima unten aufweisen werden,

besitzen wir bis jetzt noch nicht, so wünschenswerth diese auch wären; denn wenn auch die Maxima nicht die intensiven Umwandlungen der meteorologischen Elemente hervorbringen, wie die Minima, so haben sie auf unsere Witterungsverhältnisse eine mehr nachhaltige Wirkung und bestimmen für längere Zeit im Allgemeinen den Witterungscharakter ganzer Gebiete.

Einfacher als in Europa liegen die Verhältnisse in den Verein. Staaten, wo sowohl die Maxima als auch die Minima in den meisten Fällen auf einer einzigen Zugstrasse von West nach Ost gerichtet in fast ununterbrochener Reihenfolge den Continent durchziehen, so dass jedem Maximum ein Minimum unmittelbar vorausgeht, und ein Minimum folgt. Die mittlere Entfernung des Maximums vom Minimum giebt Loomis auf 1000—1200 Miles an.

Die Häufigkeit und Intensität der barometrischen Maxima stehen in innigem Zusammenhange mit den Wärmeverhältnissen. In dem Gebiete hohen Luftdruckes herrscht heiteres oder doch nur nebliges Wetter und sind im Winter die Bedingungen erfüllt zur Erzeugung intensiver Kälte, dagegen über dem Depressionsgebiete ist das Wetter trübe und regnerisch und daher im Winter mild. Diese Gegensätze an der Erdoberfläche, welche mit einer Umkehrung des Gradienten in der Höhe verbunden sind, bedingen einen Kreisstrom, dessen Erhaltung in der kälteren Jahreszeit die günstigsten Verhältnisse findet. Denn im Sommer, wo die Einstrahlung vor der Ausstrahlung überwiegt, sind umgekehrt die Gebiete hohen Luftdruckes an der Erdoberfläche wärmer, als diejenigen mit niederem Barometerstande, und daher können beide Erscheinungen sich nicht, oder doch nur ausnahmsweise, excessiv entwickeln und erhalten.

Hiermit stimmen die Untersuchungen überein, welche Loomis nach dieser Richtung hin für die Vereinigt. Staaten anstellte[92]). Von 32 verschiedenen Barometermaxima (bei welchen das Barometer höher war, als 30,65″ = 778,5^{mm}) vom Oktober 1872 bis Oktober 1874 kamen 30 auf die 5 Monate Oktober bis März, 1 auf April und 1 auf September, kein einziges dagegen auf die Monate von Mai bis August. Mehr als die Hälfte sämmtlicher barometrischer Maxima entfiel auf die beiden Monate December und Januar. Die Jahreszeit, in welcher die barometrischen Maxima am häufigsten sind, zeichnen sich auch durch die grösste Frequenz der barometrischen Minima aus.

3) Barometrische Minima (Cyclonen).

a) Aeltere Ansichten.

Unter „Cyclone“ versteht man das Windsystem, welches den Ort des niedrigsten Barometerstandes auf der nördlichen Hemisphäre gegen die Bewegung der Uhrzeiger, auf der südlichen mit derselben, umkreist und zwar ohne Rücksicht auf die Windstärke. Die Benennung „Cyclone“ rührt von Piddington her, der später Galton die Bezeichnung „Anticyclone“ für barometrisches Maximum gegenüber gestellt hat.

Die ältere Ansicht über das Entstehen und das Wesen der Cyclonen, welche bis in die neueste Zeit vielfach vertreten wurde, geht meistens von dem Zusammentreffen verschieden gerichteter Luftströme, also hauptsächlich von den sogenannten Polar- und Aequatorialströmen aus, die bekanntlich bei Dove eine hervorragende Rolle spielten. Die Lehre von den Depressionen ist für die ausübende Witterungskunde von hervorragender Wichtigkeit, so dass es geboten erscheint, auch die älteren Ansichten über die Entstehung und das Verhalten der Cyclonen hier kurz mitzutheilen[93]).

Die Literatur über die Wirbelstürme ist eine ausserordentlich reichhaltige. Im Jahre 1865 publicirte A. Poey einen Katalog, welcher 1008 Bücher, Abhandlungen und Berichte über Wirbelstürme umfasste. Den Zuwachs von dieser Zeit bis 1876 schätzt Rosser[94]) auf 300 Schriften.

Kurz nach der Entdeckung Amerikas wurden die Europäer bekannt mit den westindischen Orkanen (das Wort Orkan oder hurricane kommt von der indianischen Bezeichnung „huracanes“ für ausserordentlich stürmische Winde). Der erste, von welchem wir eine Beschreibung dieser Stürme besitzen, ist Fernando de Oviedo[95]) welcher die Stürme von 1508 (3. Aug.) und 1509 auf St. Domingo beschrieb. Er bemerkt, dass der Wind aus Nord beginnt, die Schiffe von den an den Südküsten gelegenen Ankerplätzen wegtreibend, und nachher plötzlich nach der entgegengesetzten Richtung umspringt, jetzt aus Süd mit erneuter und grösserer Heftigkeit wehend, als vorher.

Der durch seine Beobachtungsgabe, sowie auch durch seine mannigfachen Abenteuer merkwürdige englische Seefahrer William Dampier hat von mehreren Wirbelstürmen Beschreibungen gegeben, die unser Interesse in hohem Maasse in Anspruch nehmen. In Bezug auf die Teifune der China-See bemerkt er[96]):

„Teifune sind eine besondere Art heftiger Stürme, welche an der Küste von Tongking und Umgebung in den Monaten Juli, August und September wehen. Sie ereignen sich gewöhnlich in der Nähe des Vollmondes oder bei wachsendem Monde, nachdem sehr schönes Wetter mit schwachen Winden und klarem Himmel vorhergegangen. Vor Ausbruch des Sturmes erscheint eine schwere Wolke im Nordost, sehr schwarz, nahe am Horizonte, aber weiter nach oben hin von tief dunkelrother Farbe, höher hinauf heller, dann von blendend weissem Glanze. Diese Wolke ist schrecklich, unheimlich, und ist zuweilen 12 Stunden vor der Ankunft des Sturmes zu sehen; kommt diese Wolke rasch heran, so kann man sofort den Wind erwarten, welcher mit Heftigkeit herannaht, und mehr oder weniger als 12 Stunden lang aus Nordost bläst, begleitet von schrecklichen Donnerschlägen, häufigen und starken Blitzen und heftigen Regengüssen. Wenn der Wind nachlässt, hört der Regen plötzlich auf und es tritt Windstille ein, welche nun etwa eine Stunde anhält; dann setzt der Wind aus Südwest ein, und es weht und regnet ebenso heftig und lange, als zuvor beim Nordostwinde.“ Diese Stürme an der Küste von Tongking hielt Dampier für identisch mit den westindischen Orkanen: „Die Hurricanes der Antillen und die Teifune der chinesischen Küste sind dieselbe Erscheinung unter verschiedenen Namen.“

Aus dem 17. und 18. Jahrhundert besitzen wir zahlreiche Beschreibungen von Orkanen, welche viele neue auf den Mond, elektrische und magnetische Influenz etc. sich beziehenden Hypothesen enthalten.

Die Drehung des Windes war indessen eine bekannte Thatsache. So nennt Capt. Langford in einem Aufsatze in den Philosophical Transactions 1698 über die westindischen Orkane und ihre Vorhersage, diese wiederholt Wirbelwinde und weist auf die Drehung des Windes hin; ebenso bemerkt Sir Gilbert Blane bei Beschreibung des westindischen Orkanes vom 10. Oktober 1780[97]), „dass der Wind rund um den Compass blies,“ ein Umstand, wodurch sich die Hurricanes von all' den übrigen Stürmen (Gales) in den Tropen unterscheiden.

Im Jahre 1801 publicirte Jam. Capper[98]) seine Beobachtungen der Winde und Monsuns und sagte, dass heftige Stürme nach dem Monsunswechsel an der Malabar- und Coromandelküste und in der Bay von Bengalen wehten, von denen er überzeugt sei, dass sie ihrer Natur nach Wirbelwinde seien. Seine Kenntniss der Wirbel-

winde wandte er praktisch an, indem er sagte: „Man kann die Lage eines Schiffes im Wirbel daraus erkennen, dass man die Stärke und den Wechsel des Windes beobachtet. Bei heftigem Wind und plötzlichem Wechsel liegt das Schiff wahrscheinlich nahe dem Centrum, bläst dagegen der Wind längere Zeit aus einem Punkte und wechselt er nach und nach, so liegt das Schiff wahrscheinlich nahe dem Umfange."

Horsburgh[99]) erwähnt die rotirende (rotary) Bewegung der Teifune, die Drehung des Windes in Bezug auf ihre Richtung, bespricht die Anzeichen ihrer Annäherung und giebt den Seeleuten Anleitung zu manövriren, wenn sie in diese Stürme hineingerathen.

Ebenso beschreibt Romme[100]) die Rotation des Windes in den tropischen Stürmen (tourbillons) und führt die charakteristischen begleitenden Erscheinungen an, hohe See, bewölkten Himmel und viel Regen. —

Als am Weihnachtsabende des Jahres 1821 nach einer schon längere Zeit anhaltenden stürmischen Witterung das Barometer in unseren Gegenden zu einem so ausserordentlich tiefen Stande herabsank, dass alle Meteorologen auf diese ungewöhnliche Erscheinung aufmerksam wurden, forderte Brandes in den wissenschaftlichen Zeitschriften auf, die zu jener Zeit angestellten Beobachtungen ihm zuzusenden. Das Resultat seiner auf Grundlage des eingegangenen Materials angestellten Untersuchungen war[101]), dass eine unbekannte Ursache verminderten Druckes über die Erdoberfläche fortgeschritten und dass nach dieser Stelle hin die Luft von allen Seiten zugeströmt sei. Dieser Sturm habe, wie Brandes bemerkt, in dem Bestreben der Luft, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen, seinen Grund, und seine Bewegung sei daher eine centripetale. „Quae autem," sagt Brandes, „causa fuerit pressionis tam valde imminutae, utrum aer prope litora maris Atlantici omnino e medio sublatus fuerit, utrum oceani fauces aperuerint, ut aerem haurirent, an imbres fulminum vi excitati massam ejus imminuerint, nemo est, qui dicere possit." Schon im Jahre 1820 hatte bereits Brandes bei der Untersuchung einiger analogen Minima diese Ansicht nachzuweisen gesucht.

Die Angaben von Brandes unterwarf nun Dove in Verbindung mit anderem gesammelten Beobachtungsmaterial einer eingehenden Prüfung, und dieser versuchte[102]) im Jahre 1828 zu zeigen, dass alle Erscheinungen sich durch die Annahme eines oder mehrerer grosser, von Südwest nach Nordost fortschreitender Wirbel einfach erläutern

liessen. Dabei bemerkt Dove, dass die Drehung innerhalb des Wirbels in den meisten von ihm untersuchten Orcanen der südlichen Halbkugel die entgegengesetzte sei von der auf der nördlichen Halbkugel, und erklärt ganz richtig die Bewegung der Windfahne beim Vorübergange des Wirbels. Interessant ist die weitere Bemerkung Dove's, „dass überhaupt Stürme Wirbelwinde sind, ist eine Erfahrung, die jeder Seemann bestätigen wird,“ eine Behauptung, welche Dove später wieder zurücknahm, wie wir bereits im ersten Theile dieses Handbuches (p. 282) zu bemerken Gelegenheit hatten.

Ueber diese beiden sich gegenüberstehenden Ansichten über die Luftbewegung in den Stürmen ist bis zur neuesten Zeit vielfach gestritten worden. Meistens wurde die Dove'sche Theorie als richtig angesehen, sie war dem Wesen nach im Einklange mit den Ansichten von Redfield und Reid, jedoch hatte auch die Brandes-sche Ansicht Anhänger und Vertreter, sie stimmte der Hauptsache nach mit den Theorien von Espy und Hare.

Einen bedeutenden Schritt weiter wurde die Kenntniss der Cyclonen gefördert durch Redfield. Seine erste Publikation behandelte die Stürme an den atlantischen Küsten der nordamerikanischen Staaten [103]). Seine Schlüsse sind gegründet auf fortgesetzter Beobachtung. Nach Auftreten eines Orcanes sammelte er alle Wahrnehmungen und Beobachtungen an der Küste und in dem angrenzenden Binnenlande und verschaffte sich Auszüge aus den Log-Büchern der Schiffe, welche innerhalb des Orcans gewesen waren. Dieses Material wurde theilweise kartographisch verarbeitet und hieraus ergab sich ein festes Schema für die Wirbelbewegung, dessen Richtigkeit in den Hauptzügen sich in jedem einzelnen Falle durch Vergleichung mit der jeweiligen Karte herausstellte.

Indem er für jeden Wirbel diese Vergleichung Tag für Tag wiederholte, fand er, dass das Sturmfeld nicht stationär blieb, sondern sich thatsächlich fortbewegte. Dieses war das Ergebniss seiner empirischen Untersuchungen, welches Redfield im Jahre 1831 ankündigte, nämlich dass die Winde, welche den Hurrican zusammensetzen, um ein gemeinsames Centrum herum rotiren, während der Sturm selbst eine fortschreitende Bewegung hat.

Die Ansichten Redfield's sind in einer 1833 erschienenen Schrift [104]) niedergelegt, aus welcher wir die wichtigsten Sätze hier wiedergeben wollen:

Eine aufmerksame Betrachtung des Verlaufes der heftigeren

Stürme im westlichen atlantischen Ocean ergiebt einige charakteristische, allen gemeinsame Erscheinungen, nicht allein was die Fortbewegung dieser Stürme, sondern auch was die Aufeinanderfolge und den Wechsel von Wind und Wetter betrifft. Folgende Thatsachen betrachtet Redfield als sicher constatirt:

1) Die heftigsten Stürme entstehen öfters in den Tropen, und nicht selten auf den Inseln östlich von Westindien. In den Tropen werden sie durch den Namen Hurricane unterschieden.

2) Diese Stürme bedecken zur selben Zeit ein grosses Gebiet, dessen Durchmesser in den einzelnen Fällen verschieden ist, etwa 100—500 Seemeilen und darüber. Die Heftigkeit des Windes nimmt ab nach dem Rande des Wirbels, zu nach dem Innern hin.

3) In den tropischen Gegenden (südlich vom 30° nördlicher Breite) bewegen sich die Stürme entsprechend der allgemeinen Bewegung nach West westwärts und neigen sich nach und nach nordwärts bis zu 30°, wo ihr Curs, öfters mit Unterbrechungen, nach Nordost umbiegt und dann allmählich in die östliche Richtung übergeht, während die Geschwindigkeit der Fortpflanzung beim Verlassen der niederen Breiten zunimmt. — Die Geschwindigkeit ist sehr verschieden und kann auf 12 bis 30 Meilen pro Stunde geschätzt werden. Wohin diese Stürme schliesslich gehen, bleibt unentschieden, aber es ist wahrscheinlich, dass sie auf ihrem weiteren Wege stetig an Ausdehnung zunehmen, bis sie schliesslich unmerklich werden.

4) Die Dauer des Sturmes an irgend einer Stelle seiner Bahn hängt ab von seiner Ausdehnung und Geschwindigkeit. Stürme von geringerer Ausdehnung gehen gewöhnlich von einem Orte zum anderen rascher fort, als solche von grösserem Umfange.

5) Die Richtung des Windes, welche von der Lage des gemeinsamen Centrums abhängt, fällt im Allgemeinen nicht zusammen mit der Fortpflanzungsrichtung des Sturmes.

6) Ueber die Drehung der Windfahne in verschiedenen Breiten und an verschiedenen Orten des Sturmfeldes beim Vorübergang des Wirbels giebt Redfield genaueren Aufschluss. Auch das plötzliche Umspringen des Windes in die entgegengesetzte Richtung beim Vorübergange des Centrums hebt Redfield ausdrücklich hervor und bemerkt dabei, dass beim Vorübergange des Centrums das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht und dann gewöhnlich ins Steigen übergeht, wobei vorher und vielleicht auch nachher Regen fällt.

7) Die Axe der horizontal wehenden Wirbelwinde ist vertical oder etwas nach vorn geneigt. Es ist möglich, dass diese Axe bei heftigen Stürmen rasche Schwankungen in kreisförmigen Bewegungen von mässigem Umfange ausführt, und diese excentrische Bewegungen dürften dazu beitragen, diese Thätigkeit und Intensität des Wirbels zu unterhalten. Hierin würden die heftigen Windstösse und Windstillen im Innern der Wirbelmaxima ihre Erklärung finden, die man öfters auf offener See beobachtet hat.

8) Durch den Einfluss der Centrifugalkraft sinkt das Barometer stets in der vorderen Hälfte des Wirbels, vielleicht ausser im äussersten Rand, und dieses Fallen ist der erste und zuverlässige Vorbote eines herannahenden Sturmes; auf der Rückseite steigt das Barometer und erreicht den höchsten Stand nach Vorübergang des Sturmes.

Die Teifune und die Stürme der China-See und der Ostküste von Asien scheinen ihrem Wesen nach den Wirbelstürmen Westindiens und denjenigen an der amerikanischen Küste ähnlich zu sein, und hieraus kann vermuthet werden, dass, da die allgemeinen atmosphärischen Bewegungen, insbesondere die Passate, in allen grossen Oceanen denselben Charakter haben, die Richtung der darin enthaltenen Wirbelwinde in der südlichen Hemisphäre einen entgegengesetzten Drehungssinn zeigen.

Nachdem Redfield in Amerika die Grundlage zu den Sturmgesetzen gelegt hatte, erschien in Europa das erste bemerkenswerthe Werk über diesen Gegenstand [105]) und zwar im Jahre 1838 von dem englischen Colonel Reid. Dieser war Gouverneur auf den Bermuden, welche an der Strasse der Wirbelstürme liegen, und er hatte also Gelegenheit zu persönlichen Beobachtungen und Untersuchungen. Reid bestätigte nicht nur die Ergebnisse, welche Redfield gewonnen hatte, sondern durch Vergleichung der Mauritiusorcane kam er zu dem Resultate, dass die Drehungsrichtung auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre einander entgegengesetzt sei, wie es bereits Redfield als wahrscheinlich hingestellt hatte. Das grosse Verdienst Reid's ist die Anwendung der Sturmgesetze auf die Praxis, auf die Navigation.

Nahezu dieselben Ansichten wie Redfield und Reid hatte Piddington, welcher durch sein „Sailor's Horn-Book for the Law of Storms", welches im Jahre 1840 erschien, in der seemännischen Welt weit und breit bekannt wurde. Piddington war ein ausgezeichneter Beobachter und ein unermüdlicher Sammler des Materials,

welches sich auf die Wirbelstürme bezog. Piddington ist ein Vertreter der Hypothesen von Peltier, wonach die Stürme durch Elektricität hervorgerufen und unterhalten werden, so dass er die Wirbelstürme für elektrische Meteore ansieht, welche aus einem oder vielen dichten, fast horizontalen, jedoch etwas spiralförmigen herabsteigenden elektrischen Strömen gebildet werden. —

Den ersten bedeutenden Versuch zur Erklärung der Entstehung der Wirbelstürme machte Dove im Jahre 1840 in seinem Gesetz der Stürme [106]). Wir geben die Ansichten Dove's mit seinen eigenen kurz gefassten Worten wieder. —

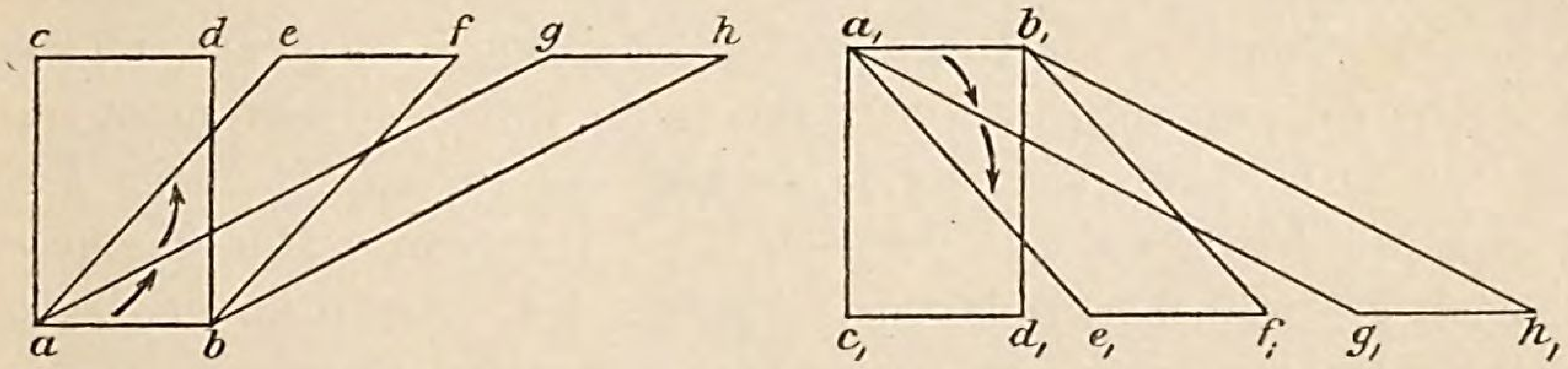


Fig. 19.

„Bezeichnet a b eine Reihe materieller Punkte, welche dem Aequator parallel durch irgend einen Impuls in der Richtung a c nach Nord hin in Bewegung gesetzt werden, so würden diese Punkte, weil sie von grösseren Parallelkreisen zu kleineren gelangen, nach g h sich hinbewegen, wenn der Raum b d h leer wäre. Befindet sich aber in diesem Raume unbewegte Luft, so werden die Theile in b bei ihrer Bewegung nach d hin, im Raume bei h immer mit Lufttheilchen von geringerer Rotationsgeschwindigkeit in Berührung kommen, also ihre Geschwindigkeit nach Ost hin vermindert werden. Der Punkt b wird aber, statt nach h, nach f hin sich bewegen. Die Theile in a haben hingegen neben sich, auf der Seite nach b hin, Theile ursprünglich gleicher Rotationsgeschwindigkeit, sie bewegen sich also wie im leeren Raume d h nach g hin. Ist demnach a b eine von Süd nach Nord getriebene Luftmasse, so wird die Richtung des Sturmes auf der Ostseite desselben weit mehr Süd sein, als auf der Westseite, wo er mehr West ist, und es wird daher eine Tendenz zu einem Wirbel im Sinne S, E, N, W entstehen. Diese Tendenz zum Wirbel würde nicht da sein, wenn in dem Raume d b h keine widerstehende Masse sich befände, sie wird also zunehmen im Verhältnisse, dass dieser Widerstand die westliche Ablenkung des Sturmes hemmt. Der Sturm wird also desto heftiger wirbeln, je unveränderter er die ursprüngliche Rich-

tung seines Laufes beibehält. In der Passatzone aber ist der Raum d b h mit Luft erfüllt, welche von NE nach SW fliesst. Der Widerstand wird also hier am grössten sein, die Luft in b wird also in ihrer Tendenz nach Westen gehemmt werden können, dass sie ihre Richtung nach d hin unverändert beibehält, während a nach g strebt. Der Sturm wird daher hier am heftigsten wirbeln, aber geradlinig mit unveränderter Breite fortgehen. Sowie aber derselbe in die gemässigte Zone gelangt, findet sich im Raume d b h Luft, welche sich bereits von SW nach NE bewegt. Der Widerstand, welchen die Theilchen in b bisher fanden, wird daher plötzlich bedeutend vermindert, oder ganz aufgehoben, d. h. die Richtung b d verändert sich nun schnell in die Richtung b h, der Sturm biegt also plötzlich fast rechtwinklig um, während er an Breite schnell zunimmt, da der bisher zwischen der Bewegung der Punkte in a und der Punkte in b vorhandene Unterschied nun aufhört. Die Erscheinungen der südlichen Halbkugel ergeben sich ebenso unmittelbar; der Wirbel geschieht dort im entgegengesetzten Sinne, die Richtungsänderung an der Grenze der Tropen ist analog.

Die hier gegebene Ableitung der wirbelnden Bewegung findet natürlich nur ihre Anwendung, wenn grössere Luftmassen von einer bestimmten Ausdehnung in der Breite in Bewegung gesetzt werden; kleinere Wirbelwinde, Wasserhosen etc. werden anderen Ursachen ihre Entstehung verdanken, und daher in Beziehung auf die Erdhälften wahrscheinlich weder eine Gesetzmässigkeit, noch einen bestimmten Gegensatz zeigen. Die Beobachtungen von Akin in Greenbush bei Albany, von Dwight in Stockbridge in Massachusetts und von Dr. Cowles in Amherst über die bei Waldbränden und stiller Luft entstehenden heftigen Wirbelwinde beweisen, dass ein sehr lebhafter ‚Courant ascendant‘ ebenfalls eine wirbelnde Bewegung zu erzeugen vermag.

Da die westindischen Orcane an der inneren Grenze der Passate entstehen, da wo in der sogenannten Gegend der Windstillen die Luft aufsteigt, welche dann über dem unteren Passat in entgegengesetzter Richtung abfliesst, so sind es wahrscheinlich Theile dieses oberen Stromes, welche in den unteren eindringend, die erste Veranlassung zu diesen Stürmen werden. Warum aber der Sturm anfänglich von SE nach NW fortschreitet, möchte dadurch erklärt werden, dass nach der gegebenen theoretischen Ableitung diese Richtung eben zur Entstehung einer wirbelnden Bewegung am günstigsten ist. Geschieht nämlich, was auch vorkommen mag, der

erste Impuls von SW nach NE, so wird der entgegenwehende Nordostpassat alle Punkte der fortrückenden Linie gleichmässig hemmen, also keine Tendenz zum Wirbel entstehen.

Es ist bekannt, dass bei dem Ausbruche der Coseguina am 20. Januar 1835, welcher die Landenge von Mittelamerika durch Erdbeben erschütterte, vulkanische Asche im oberen Passat nicht nur bei Kingston in Jamaica, also 800 englische Meilen gegen die Richtung des unteren Passats geführt wurde, sondern auch 700 engl. Meilen westlich auf das Schiff Conway im stillen Ocean fiel. Es geht daraus hervor, dass in den höheren Regionen der tropischen Atmosphäre die Luft nicht regelmässig stets von SW nach NE fliesst, sondern dass diese Regelmässigkeit durch von E nach W gerichtete Ströme unterbrochen wird. Hiermit scheint das häufige Herabfallen von Staubmassen, deren Ursprung in Afrika zu suchen ist, in dem nördlichen Theile der atlantischen Passatzone zusammenzuhängen. Auf der 10 700 Fuss hohen Station, welche Piazzi Smyth im Sommer 1856 zu astronomischen Beobachtungen in Teneriffa sich gewählt hatte, sah derselbe oft über der unteren Wolkenschicht eine Staubtrübung (dust hazy) häufig in mehreren Schichten, eine über der anderen, von einander getrennt durch sehr klare und scharf begrenzte Räume der Atmosphäre. Welches ist der Entstehungsgrund solcher anomaler Ströme?“

„Denken wir uns nun,“ fährt Dove fort, „dass die über Asien und Afrika aufsteigende Luft in der Höhe der Atmosphäre seitlich abfliesst, wofür die früher erwähnten Fälle von Staub so evident sprechen, der nach den Beobachtungen von Piazzi Smyth am Pic von Teneriffa sich so mächtig erhebt, dass er in der Höhe von 10 700 Fuss noch die Sonne vollständig zu verdunkeln vermag, ehe er in die untere Wolkenschicht hinabsinkt, so wird sie dem oberen Passat seine Rückkehr nach den Wendekreisen versperren, und ihn zwingen, in den unteren einzudringen, und die Stelle dieses Eindringens wird fortschreiten in dem Maasse, als der obere hemmende Wind von E nach W fortschreitet. Aus einem von E nach W gerichteten, in einen von SW nach NE fliessenden Strom einfallenden Winde muss aber nothwendig eine wirbelnde Bewegung, entgegengesetzt der Bewegung eines Urzeigers entstehen. Der im unteren Passat von SE nach NW fortschreitende Wirbel ist demnach das nach einander an verschiedenen Stellen erfolgende Zusammentreffen zweier rechtwinkelig aufeinander fortgetriebener Luftmassen und dies die primäre Ursache der Drehung, deren weiterer

Verlauf dann, wie früher erörtert wurde, erfolgen wird. Hierbei kann der entstehende Wirbel als eine sich an verschiedenen Orten wiederholende Folge des Zusammentreffens seinen Durchmesser möglicherweise längere Zeit beibehalten, und in besonderen Fällen auch sogar verkleinern, wenn auch die Erweiterung überwiegend eintreten wird. Die westindischen Inseln sind daher das Grenzgebiet zweier entgegengesetzter Wettersysteme, bezeichnet durch die starke periodische Aenderung des Luftdruckes in dem einen und das Nichtvorhandensein derselben in dem anderen, und desswegen vorzugsweise diesen Verwüstungen ausgesetzt.

Uebrigens will ich keineswegs behaupten, dass alle ,Westindia Hurricanes' ihren ersten Entstehungsgrund in einem Eindringen des oberen zurückkehrenden Passats in den unteren haben, denn die mechanische Ableitung der Drehung findet ihre gleiche Gültigkeit unter der Annahme, dass ein weit über den Aequator in die nördliche Erdhälfte übergreifender Theil des Südostpassates die Veranlassung zum Wirbelsturme gebe."

Meist in Uebereinstimmung mit Redfield und Thom (s. unten) erklärt Dove das Fallen des Barometers im Innern des Wirbels auf folgende Weise: „Wenn bei den Stürmen der Passatzone der rotirende Cylinder aus dem unteren Passat in den oberen übergreift — man mag die Gründe seiner Entstehung und die seines Fortschreitens auf andere Weise als die gegebene sich denken, wie man will — so sieht man unmittelbar, dass, da in der Höhe eine südwestliche Windrichtung vorherrscht, auf diesen oberen Theil das Raisonnement sogleich eine Anwendung findet, welches wir für den unteren erst bei dem Ueberschreiten der äusseren Grenze des Passates eintreten liessen. Es wird also dieser Teil des Wirbels sich sogleich erweitern und nach einer anderen Richtung fortschreiten als der untere. Dadurch wird als secundäres Phänomen ein Saugen in der Mitte des Wirbels entstehen, ausserdem eine Verminderung des Druckes auf die Grundlage, und zwar aus zwei Ursachen, indem nämlich durch die Rotation des Wirbels die Luft vom Centrum entfernt wird, der Wirbel ausserdem nach oben sich trichterförmig erweitert, und die oberen Schichten daher in stärkerem Maasse sich von der Axe des Cylinders entfernen, als die unteren, welche eben desswegen ein Bestreben zum Steigen erhalten, um die in der Höhe entstehende Verdünnung zu compensiren."

„Bei dem Fortschreiten des Wirbels," bemerkt Dove ferner, „haben wir bisher nicht auf den Widerstand Rücksicht genommen,

welchen der Boden der bewegten Luft entgegensetzt. Dieser Widerstand wird, wie Redfield richtig bemerkt, bewirken, dass der rotirende Cylinder sich in der Richtung seines Fortschreitens vorneigt. Der wirbelnde Sturm wird daher schon in der Höhe der Atmosphäre eintreten, ehe er unten wahrgenommen wird. Daher fällt das Barometer schon vorher, ehe der Sturm ausbricht und er wird eben desswegen eine Anzeige desselben. Durch die schiefe Richtung der Axe werden aber fortwährend untere warme Luftschichten mit oberen kalten gemischt und dadurch heftige Niederschläge veranlasst werden, die, je stärker sie sind, mit desto gewaltsameren elektrischen Explosionen verbunden sein werden. Die kalte Luft wird dabei aus den Wolken herabzustürzen scheinen, der Sturm daher die Form annehmen, welche die Griechen so bezeichnend ἐκνεφίας nannten. Hierher möchte nun auch die den Seefahrern der heissen Zone unter dem Namen „Ochsenauge“ bekannte Erscheinung zu rechnen sein, jene kleine schwarze Wolke, die plötzlich am Himmel sich zeigt, in heftiger Bewegung begriffen aus sich selbst herauszuwachsen scheint, bald den ganzen Himmel bedeckt und einen Aufruhr der Elemente erzeugt, der um so furchtbarer erscheint, je ungetrübter unmittelbar vorher die Heiterkeit des Himmels war.“

So scharfsinnig diese Theorie auch von Dove erdacht und so fleissig und sorgfältig sie auch von ihm ausgearbeitet sein mag, so ist sie doch nicht im Stande, uns zu befriedigen, vielmehr ergiebt eine nähere Betrachtung, dass dieselbe unhaltbar ist. Mit Recht bemerkt Reye[107]), dass das Aufeinandertreffen von Luftströmen, wie Dove es auseinandersetzt, zu Rotationen führen müssten, gerade umgekehrt, wie Dove es angiebt, also mit der Sonne. Denn es herrscht in dem Raume d b h (vgl. Fig. 19) ein Nordostpassat, welcher die von b, nicht aber die von a aus nach Norden bewegte Luft hindert, allmählich in Folge der Erdrotation auch nach Ost weiter zu fliessen, und so muss er die Luft in b auf ihrem Wege nach Norden verzögern, während die von a kommende Luft nach Norden und allmählich auch nach Osten hin der von b kommenden voran eilt, bis sie ebenfalls auf den Nordostpassat trifft. Hieraus folgt also ein mit der Sonne drehender Wirbel, welcher sich nach Norden bewegt. — Ferner erscheint die Hypothese, dass von Afrika in der Höhe nach Westen bis an die amerikanischen Küsten abfliessende Luft den oberen Passat verdrängen kann und ihn stets zwingt, in den unteren Passat einzudringen, mehr als gewagt und ohne alle Begründung. Da beim Eintritt der tropischen Orcane in

die gemässigte Zone nach Dove der Widerstand durch den Nordostpassat, oder die Entstehungsursache des Sturmes aufhört, so ist es schwer einzusehen, wie der Sturm oft noch viele tausend Kilometer mit unveränderter Kraft fortschreiten kann.

Als Gegner der Wirbeltheorie traten in Amerika auf Robert Hare und James Espy; der erstere gab schon 1822 ein Werk über Stürme heraus und bekämpfte Redfield's Ansichten bis zum Jahre 1854, Espy behandelte die Stürme von 1836 bis 1857 [108]). Die grösste Verbreitung fanden die Ansichten Espy's über Stürme, Hurricanes und Tornados. Er behauptete auf Grund seiner Beobachtungen und des von ihm gesammelten Materials, dass der Wind von aussen direkt zum Centrum hinblase, also centripetal sei, so dass, wenn der Wind an irgend einer Seite des Centrums aus Westen bliese, er an der gerade entgegengesetzten Seite aus Ost wehen müsse. Espy geht von dem Grundsatze aus, dass beim Condensationsprocesse der im Wirbel aufsteigenden Luftmassen die dabei freiwerdende Wärme genüge, um die Luftmassen zu immer grösseren Höhen zu treiben, bis sie endlich an der Grenze der Atmosphäre nach allen Richtungen der Umgebung seitwärts abflössen, und hierin liege der Grund des tiefen Barometerstandes im Innern des Wirbels, des höheren ausserhalb und der Bewegung der unteren Luft nach dem Centrum hin.

Bekanntlich, bemerkt Espy, bewegt sich in den Vereinigten Staaten die obere Luft ostwärts; wenn nun die Condensationswolke diese obere Strömung erreicht, so bewegt sich diese Wolke und damit der centrale Theil mit der oberen Strömung, so dass also der Wind beim Herannahen der Sturmwolke aus östlicher Richtung einsetzt und nach Vorübergang aus westlicher weht.

Bei der Vertheidigung der centripetalen Theorie berief er sich (wie auch Hare) auf die Tornados, bei welchen allerdings direkt nach dem Centrum gerichtete Luftströme möglicherweise vorkommen können, indessen ist die Beweisführung mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft.

Hare schrieb in Uebereinstimmung mit Piddington den Ursprung der Wirbelstürme elektrischen oder elektromagnetischen Störungen in der Atmosphäre zu, so dass zwischen den Wolken und der Erdoberfläche ein verticaler Luftstrom entstehe, der dann in Rotation gerathen soll; übrigens nahm er, wie bereits bemerkt, mit Espy die centripetale Luftbewegung im Wirbel an.

Redfield bemerkte schon 1839, dass der Wind in den heftigen

Stürmen an der Meeresoberfläche sich wahrscheinlich spiralförmig dem Centrum nähert und 1846 sagt er im „American Journal of Science“, dass er in einer Karte des Sturmes von 1830 spiralförmige oder nach innen gehende Linien habe eingraviren lassen wollen, aber er habe diesen Vorsatz aus Rücksicht auf den Graveur aufgegeben. Redfield hielt die Kreistheorie zu gewöhnlichen praktischen Untersuchungen und zur Entwerfung von Diagrammen für hinreichend, auch zur Unterscheidung der Wirbelwinde sowohl von den gradlinigen, als den centripetalen Winden, indem er glaubte, dass die mittlere Abweichung von der Tangente 2 Kompassstriche nicht überträfe.

Piddington spricht in seinem Horn-Book die Ansicht aus, dass es wahrscheinlich oder wenigstens möglich sei, dass die Cyclonen bei zunehmendem Umfange ein Auswärtsfliessen der Winde zeigen und bei abnehmendem Umfange ein Einwärtsfliessen. An einer anderen Stelle hält er es für möglich, dass der Wind in der Nähe des Centrums 2 bis 3 Kompassstriche von der Tangente abgelenkt würde, so dass manches tüchtige Schiff dem unheilvollen Centrum des Wirbels nicht habe entkommen können. Hierfür sprechen nach Piddington auch die Land- und Seevögel, Schmetterlinge, Fliegen u. s. w., womit Schiffe in der Nachbarschaft von Land während des Durchganges durch das windstille Centrum zusammentrafen, sie mussten nach und nach durch den nach innen blasenden Wind dem Centrum zugeführt sein.

Einen ferneren Beleg für das Einwärtswehen des Windes in dem Wirbel giebt uns Piddington durch die Bearbeitung des Journals der Mauritius-Brigg „Charles Heddle“, welche am 22. Februar 1845 bei Mauritius von einem Orcan erfasst wurde und in 5 Tagen 5mal ohne Segel das Centrum der Cyclone (auf der südlichen Hemisphäre, also mit der Sonne) umkreist haben soll, wobei sie sich immer mehr dem Centrum näherte. Umstehende Figur veranschaulicht nach Piddington den Weg des Schiffes.

Uebrigens waren Redfield, Reid und Piddington zuerst der Ansicht zugethan, dass die Wirbelbewegung in der Cyclone eine rein kreisförmige sei und erst später, nach sorgfältiger Prüfung ihres Beobachtungsmaterials modificirten sie dieselbe dahin, dass in den meisten Wirbelstürmen der Wind eine geringe Neigung nach innen zum Centrum haben müsse, über den genauen Werth dieser Abweichung vom Kreise geben sie keinen Aufschluss.

Alexander Thom[109]), welcher im Jahre 1845 das Resultat

seiner Beobachtungen auf Mauritius publicirte und in der Hauptsache mit Redfield und Reid übereinstimmte, dagegen ein entschiedener Gegner von Piddington war, sucht die Ursache der Wirbel im südlichen indischen Ocean und ihres Fortschreitens in dem Einflusse des Südostpassates und des Nordwestmonsuns, die, verschieden in Bezug auf Feuchtigkeit und Temperatur, in entgegengesetzter Richtung nebeneinander wehen. Zwischen beiden liegt eine Zone veränderlicher und leichter Winde oder Calmen, charakterisirt durch unbeständiges Wetter, ähnlich dem Zwischenraume zwischen dem

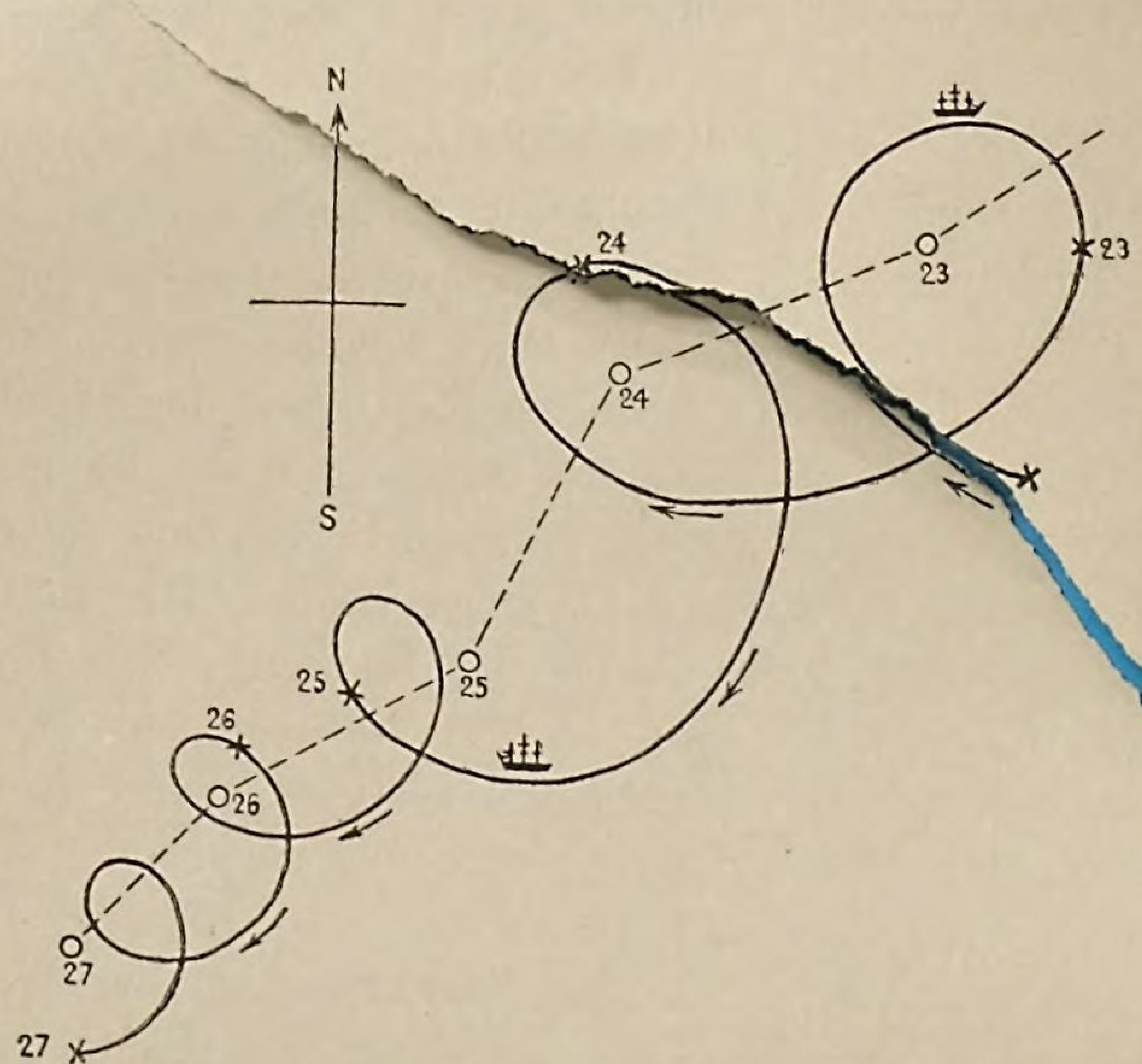


Fig. 20.

Nordost- und Südostpassat im atlantischen Ocean. In diesem Raume entstehen nach Thom die grossen fortschreitenden Orcane, indem der Südostpassat nach Süd, und der Nordwestmonsun nach Nordnordwest und Nord umbiegt. Ist der Wirbel einmal entstanden, so geben die beiden entgegengerichteten Luftstöme demselben immer weitere Nahrung, so dass hierdurch seine Fortdauer bedingt ist, denn auf andere Weise lässt sich nach Thom die ungeschwächte Unterhaltung eines mehrere Tausend Seemeilen wegschreitenden Wirbels nicht erklären. Nachstehendes Schema veranschaulicht Thom's Ansicht (Fig. 21).

In Uebereinstimmung mit Dove und Redfield nimmt Thom an, dass die Verminderung des Luftdruckes im centralen Raume

durch den Einfluss der Centrifugalkraft entstehe, welche die Luft nach aussen hin dränge, wodurch ein aufwärts steigender Luftstrom entstehe, während gleichzeitig unten neue Luftmassen von allen Seiten spiralförmig dem Centrum zuströmen.

Die Thom'sche Theorie über die Entstehung der Cyclonen in Südindien (1845 publicirt) fand zuerst wenig Beachtung. Erst nachher, als die Stürme dieser Gegend häufig Gegenstand der Discussion in der „Mauritius Meteorological Society" waren, fand dieselbe durch Meldrum, den Secretär dieser Gesellschaft, eine wichtige Stütze. Im Jahre 1861 bemerkte dieser, dass die Orcane ihren Ursprung und den Grund ihrer Fortdauer hätten in dem Schwanken und dem Streiten des äquatorialen westlichen Monsuns und des

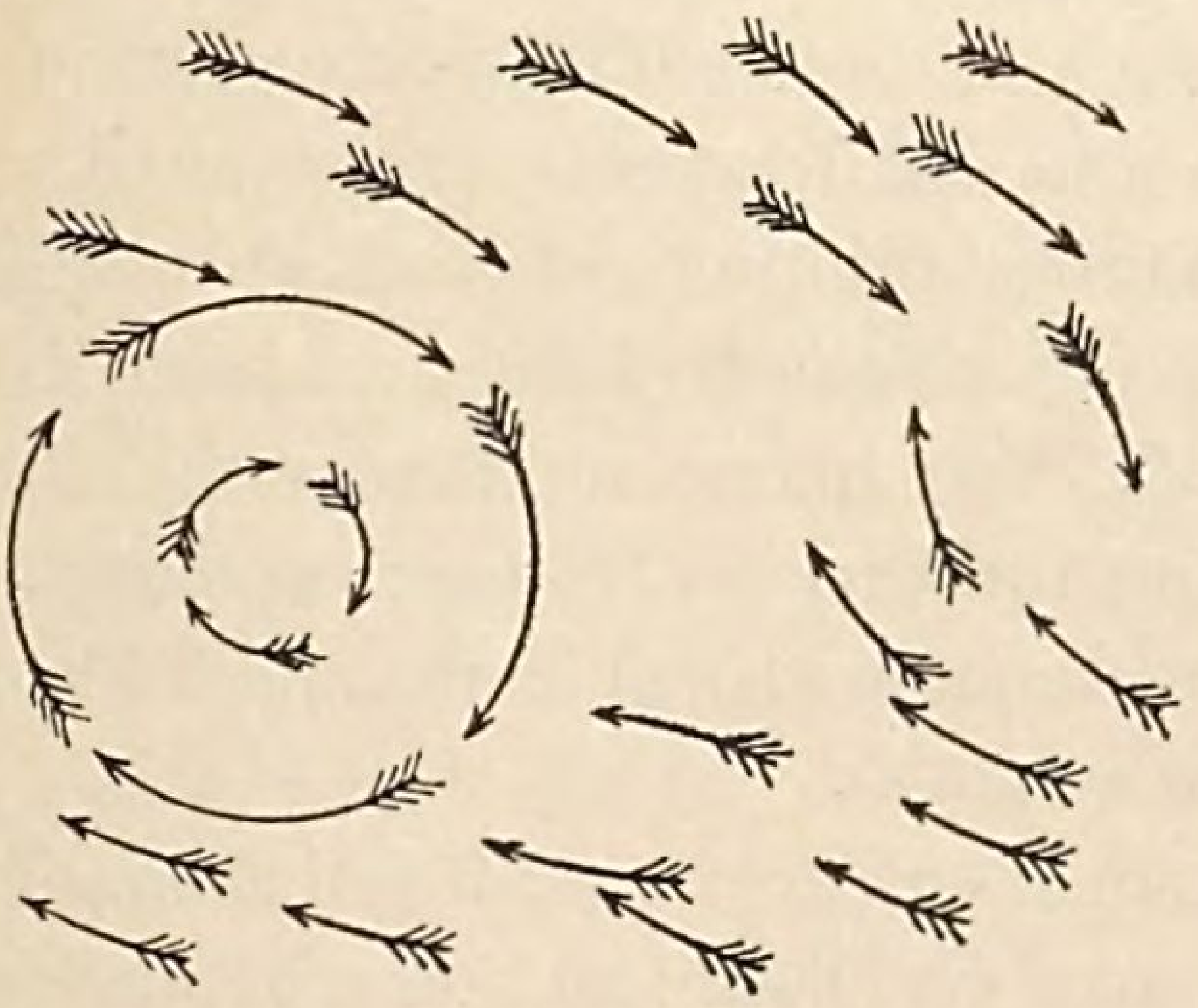


Fig. 21.

Südost-Passates, wenn die Sonne eine südliche Declination hätte. Zwischen diesen beiden Windsystemen sei eine Zone grösster Wärme und daher niedrigen Luftdruckes mit leichten und variablen Winden. Der Monsun und Passat wehen nach der entgegengesetzten Richtung in diesen Raum veränderlicher Winde, der nach Westen hin zum erhitzten Lande südwärts sich ausbreitet. Dabei spielt der Nordwest-Monsun wegen seiner grösseren Ausdehnung und seiner kälteren schwereren Luft bei dem Zustandekommen des Wirbelsturmes die Hauptrolle. Nachher belehrte ihn der Orcan vom 12. bis 19. Mai 1863, bei welchem der Südwest-Monsun in der Bai von Bengalen herrschte, dass der Nordwest-Monsun keine wesentliche Bedingung zur Bildung der Orcane sei, und er nahm desshalb seine frühere Behauptungen zurück.

Gegen Thom's Ansicht bemerkt Reye, dass es unbegreiflich sei, wie der Nordwest-Monsun und der Südost-Passat, deren Ge-

schwindigkeit Thom zu 30 Seemeilen pro Stunde angiebt, ohne Mitwirkung anderer Kräfte der zwischen ihnen wirbelnden Luft eine Orcangeschwindigkeit von 100 Seemeilen ertheilen könne. Ausserdem erhebt Piddington gegen Thom den schweren Einwurf, dass ja seine Orcane sich mehrere hundert Seemeilen weit quer durch den Passat einen Weg bahnen. Vollständig wird aber Thom's Ansicht durch Piddington's Bemerkung, dass die Passate und Monsuns unendlich schwanken zwischen den Strichen, nach denen sie benannt werden, und dass besonders in der Bai von Bengalen und den chinesischen Meeren der eine dieser Winde bald nördlich, bald südlich von dem anderen sich befinde. „Ist der Südwest-Monsun ein westsüdwestlicher und der Nordost-Monsun ein ostnordöstlicher im Norden desselben, so erhalten wir für die nördliche Hemisphäre eine gegen die Sonne sich drehende Cyclone; wenn jedoch der Nordost-Monsun ein nordnordöstlicher ist, der an der Ostseite der Bai weht, und der Südwest-Monsun ein südsüdwestlicher, der an der Westseite der Bai am stärkstcn bläst, so wird die Cyclone mit der Sonne sich drehen". Wir haben im letzteren Falle eine Anticyclone, welche den höheren Luftdruck im Innern verlangt. Letzteres kommt aber nördlich vom Aequator niemals vor, und Thom's Ansicht muss desshalb verworfen werden.

Von hervorragender Bedeutung für die Entwickelung der Kenntniss der Stürme war die Thätigkeit der „Mauritius Meteorological Society", wo alle auf Cyclonen und deren Fortpflanzung bezüglichen Fragen auf das eifrigste und eingehendste besprochen wurden und namentlich die praktische Seite im Interesse der Sicherheit der Seefahrt die grösste Berücksichtigung fand. Insbesondere war der Secretär dieser Gesellschaft, Meldrum, unermüdlich nach dieser Richtung thätig und namentlich ihm ist die Feststellung einer Reihe höchst wichtiger Resultate zu danken. Er wies unzweifelhaft nach, dass der Wind nicht in concentrischen Kreisen sich um das Centrum einer Cyclone bewegt, sondern sich in spiralförmigen Curven demselben nähert, und gründete hierauf wichtige Regeln für das Verhalten der Schiffe, welche von einer Cyclone erfasst werden.

In eine neue Phase trat die Erforschung der Sturmgesetze durch die Arbeiten Buchan's [110]) über die mittlere Luftdruckvertheilung in der jährlichen Periode auf der Erdoberfläche und die Verbindung derselben mit den vorherrschenden Winden. Hierdurch wurde es möglich, den Kreislauf der Atmosphäre in grossen Zügen klarzulegen, und, indem man die Beziehungen zwischen Luftströmung

und Luftdruck der Betrachtung zu Grunde legte, einen klaren Ueberblick über manche vorher verwickelte allgemeine atmosphärische Vorgänge zu gewinnen.

In der neueren Zeit sind die Cyclonen vielfach Gegenstand eingehender Studien gewesen, deren Resultat wir im Nachfolgenden zusammenfassend mittheilen wollen.

b) Neuere Ansichten, insbesondere in Bezug auf die Entstehung der Cyclonen.

Die tropischen Cyclonen, denen die vorhergehenden Erörterungen gewidmet waren, sind dem Wesen nach von den europäischen im Allgemeinen nicht verschieden, auch bei ihnen bewegt sich die Luft nach denselben Gesetzen um ein gemeinsames Centrum, oder um mehrere Orte tiefsten Luftdruckes und ist die Erhaltung und Fortbewegung an dieselben Bedingungen geknüpft. Nur im Umfange, in der Intensität und in der Bewegungsrichtung der in Bewegung gesetzten Luftmassen ergeben sich einige mehr oder weniger erhebliche Unterschiede.

Während bei den tropischen Cyclonen, entsprechend dem geringeren Einflusse der ablenkenden Kraft der Erdrotation, die auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links gerichtet ist, der Umfang sehr klein ist, und die centripetale Componente überwiegt (allerdings nach dem Centrum hin wegen der mit der Windgeschwindigkeit wachsenden Centrifugalkraft abnehmend), haben die Cyclonen höherer Breiten eine viel grössere Ausdehnung und bewegt sich die Luft um dieselben unter dem Einflusse der Erdrotation und der Centrifugalkraft nahezu parallel mit den das barometrische Minimum umgebenden Isobaren. Da die dem Centrum zugeführte Luft aus der Cyclone wieder weggeschafft werden muss, so ist die Annahme eines aufsteigenden Luftstromes und Wegströmen derselben nach auswärts unerlässlich. Dieses bedingt einen Intensitäts-Unterschied in dem Charakter der tropischen Cyclonen und derjenigen der höheren Breiten: die stark nach innen gerichtete Bewegung der warmen feuchten Luftmassen bei den tropischen Cyclonen verlangt, wenn die Cyclone erhalten werden soll, einen stark aufsteigenden Luftstrom, und dieses bedingt einen viel rascheren und intensiveren Condensationsprocess, als es bei unseren Stürmen der Fall ist. —

Die bedeutsamsten Forschungen auf dem Gebiete der Cyclonen-Theorie wurden in Amerika gemacht, und zwar von Ferrel. Die genialen Arbeiten dieses Gelehrten wurden schon vor etwa

25 Jahren veröffentlicht, fanden jedoch, wenigstens in Europa, wenig Beachtung, obwohl sie über die allgemeine atmosphärische Circulation sowohl, als über das Wesen der Cyclonen und Anticyclonen befriedigende Auskunft gaben [111]). Erst in den letzten Jahren lernte man, insbesondere durch mehrere Aufsätze und Referate in der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, diese Untersuchungen näher kennen und schätzen und gegenwärtig dürften die Hauptresultate Ferrel's keinem Meteorologen mehr unbekannt sein. — Während Ferrel seine Resultate fast ausschliesslich auf dem Wege der Rechnung fand, war Loomis eifrig und unablässig bemüht, nach statistischer Methode die Gesetze aufzufinden, welche bei den Witterungserscheinungen, insbesondere aber in ihrer Beziehung zu den Cyclonen und Anticyclonen, zu Grunde liegen. In seinen „Contributions to meteorology“ hat Loomis eine ganze Fülle werthvollen synoptischen Materials niedergelegt und verarbeitet und hierdurch Licht über manche bisher noch unklare Vorgänge verbreitet [112]).

In Europa war durch die Dove'schen Theorien über das Verhalten der Aequatorial- und Polarströme und die daraus abgeleiteten Ansichten über Wind und Wetter die Meteorologie in ein falsches Fahrwasser gerathen, woraus sie sich erst allmählich und nach vielen Kämpfen wieder frei machen konnte. Nur wenige wagten es, von Dove abweichende Ansichten zu haben, von welchen ich insbesondere den um die Meteorologie sehr verdienten Buys Ballot, welcher durch seine Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Luftdruck und Wind (Buys Ballot'sches Gesetz) allgemein bekannt wurde, und in Deutschland Prestel, vielleicht auch Mürrhy, nennen deren kühne sanguinische Behauptungen uns allerdings nicht sympathisch sind.

Eine sehr bedeutende und wenigstens für Europa epochemachende Untersuchung über die europäischen Stürme wurde im Anfange der 70er Jahre von dem Director des norwegischen meteorologischen Institutes, H. Mohn, veröffentlicht. Insbesondere hat Mohn durch seinen Sturmatlas [113]) einen sehr werthvollen Beitrag zur Kenntniss der Ursachen der Entstehung, Fortpflanzung und des Verhaltens der Cyclonen geliefert, und durch eine Reihe synoptischer Karten unzweifelhaft den Beweis geliefert, dass die durch Dove vertretenen Ansichten über die Entstehung der europäischen Stürme durch das Nebeneinanderfliessen der Polar- und Aequatorialströme und den Kampf derselben, unhaltbar sind, so dass hierdurch

in Europa der weiteren Verfolgung einer falschen Fährte bei Erforschung der Stürme das Ziel gesteckt würde.

Seit dieser Zeit ist die Cyclonentheorie oftmals untersucht und besprochen worden, und wenn die bei derselben bisher bestehenden Unklarheiten noch nicht alle beseitigt werden konnten, so können wir immerhin mit Befriedigung auf die in neuester Zeit gewonnenen Resultate sehen, und eine vergleichsweise vollständige Lösung des Problemes in kürzerer oder längerer Zeit erwarten.

Gerne möchte ich nun alle Ansichten und Meinungen, sowie alle Untersuchungen auf diesem Gebiete genetisch ausführlich darlegen, allein, abgesehen von den dabei sich bietenden Schwierigkeiten, würde diese Darstellung zu umfangreich werden; ich will mich vielmehr darauf beschränken, in möglichst gedrängter Darstellung das zu erwähnen, was mir über die Cyclonen am meisten wissenswerth erscheint, verweise indessen auf die zahlreichen Mittheilungen über diesen Gegenstand in der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, die, beiläufig gesagt, eine sehr reichhaltige Fundgrube für die Meteorologie überhaupt abgiebt.

Bei dem Zustandekommen und der weiteren Entwickelung einer Cyclone treten mehrere Kräfte in Wirksamkeit, die wir der Reihe nach etwas näher betrachten wollen.

Die Wirkung der Schwere bei ungleicher Druckvertheilung bedingt ein Wegströmen der Luft von der Stelle des höheren Luftdruckes nach derjenigen des niedrigeren, und zwar ist diese Luftbewegung um so stärker, je grösser die Luftdruckunterschiede sind. Die grössten Luftdruckunterschiede werden gegeben durch den Gradienten, d. h. durch eine auf den Isobaren, oder Linien gleichen (auf das Meeresniveau reducirten) Luftdruckes, senkrechte Linie. Die Grösse des Gradienten wird angegeben durch die Anzahl der Millimeter, um welche der Luftdruck auf dieser Linie in einer Strecke von einem Meridiangrad (111^{km}) abnimmt. Ist an irgend einer Stelle der Luftdruck am niedrigsten, so geben die Gradienten an diesem Punkte ein hinreichend klares Bild über die Luftdruckverteilung der Umgebung des Minimums. Berücksichtigen wir nur die Wirkung der Schwere, so müsste die Richtung der bewegten Luft mit derjenigen des Gradienten zusammenfallen und der Wind würde also (wie es der Espy'schen Theorie entspricht) direkt zur Stelle des niedrigsten Luftdruckes hinströmen.

Aber ausser der Wirkung der Schwere ist die bewegte Luft noch vielen anderen Einflüssen unterworfen, welche sie beständig

von der Richtung des Gradienten ablenken. Würde unsere Erde in Ruhe sein, so würde die nach irgend einer bestimmten Richtung hin bewegte Luft an der Erdoberfläche ein Stück eines grössten Kreises beschreiben. Die Rotation der Erde um ihre Axe aber verursacht eine Abweichung der Windbahnen vom grössten Kreise, so zwar, dass die Luftmassen, welche sich, ihre ursprüngliche westöstliche Geschwindigkeit behaltend, nach den Polen fortbewegen, den Orten immer mehr voraneilen, welche auf dem grössten Kreise liegen, auf welchem sich die Luft ursprünglich bewegte, wogegen die Lufttheilchen der nach dem Aequator gerichteten Bewegung zurückbleiben. Dieses gilt auch, wenn sich die Luft im Sinne der Parallelkreise bewegt, denn bei relativer westöstlicher Bewegung wird die nach dem Aequator gerichtete Componente der Centrifugalkraft vergrössert und erhält das Uebergewicht über die Anziehungskraft, bei relativer ostwestlicher verringert. In allen Fällen wird also (wenn wir stets die nördliche Hemisphäre voraussetzen) die Luftbewegung nach rechts abgelenkt, oder die relative Trägheitsbahn krümmt sich nach rechts, so dass also die Windbahnen anticyclonal gekrümmt sind. Aus der Combination beider Effecte ergiebt sich für die durch Kräfte unbeeinflusste relative Bewegung eine kreisförmige Bahn, bei welcher der Krümmungspunkt auf der rechten Seite liegt.

„Die Kenntniss der Eigenschaften der so leicht durch die Phantasie oder graphische Construction reproducirbaren Trägheitscurven,“ bemerkt Sprung[114]), „führt auch ohne jegliche Rechnung zu ganz wichtigen noch mehr oder weniger unbekannten Resultaten. Leicht überzeugt man sich z. B., dass bei den Trägheitscurven der nördlichen Hemisphäre der Krümmungsmittelpunkt im Allgemeinen stets auf der rechten Seite des dieselben durchlaufenden Körpers liegt. Die Krümmung ist also nach der Ausdrucksweise der neueren Meteorologie eine anticyclonale. Bewegte sich ein Luftstrom auf einer ebenfalls anticyclonalen, aber stärker gekrümmten Bahn a b c, so wäre die relative Centrifugalkraft grösser als bei der Bewegung in der Trägheitscurve; wegen dieses Ueberschusses wäre eine von links nach rechts gerichtete äussere Kraft b d (Centripetalkraft) erforderlich, damit diese Bewegung von Statten gehen könnte. Ist dagegen, wie gewöhnlich, die anticyclonale Krümmung der wirklichen Bahn geringer, als bei der Trägheitscurve f b g, so muss die erforderliche äussere Kraft Γe entgegengesetzt von rechts nach links gerichtet sein. Eine andere äussere Kraft Γr ist ferner in der Richtung der Bewegung erforderlich, um bei gleichförmiger Geschwindigkeit die Reibung zu überwinden.

In Wirklichkeit werden also die Isobaren so verlaufen, dass sich eine Gradientkraft Γ als Resultirende von Γe und Γr ergiebt. Wie die durch den Ablenkungswinkel α bezeichnete Beziehung dieser Resultirenden Γ zur

Bewegungsrichtung mit der Krümmung der Bahn variirt, ist mit Rücksicht darauf, dass sich bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Compenente Γr nicht ändert, leicht zu übersehen, da nach dem Vorstehenden die andere Componente Γe zunächst nach rechts gerichtet ist, bei Bewegungen in der Trägheitscurve selbst verschwindet und dann mit abnehmender anticyclonaler Krümmung der Bahn in der entgegengesetzten Richtung mehr und mehr anwächst. Wie man sieht, läge auch die Richtung des wirklichen Gradienten Γ bei sehr starker anticyclonaler Krümmung der Bahn rechts von derselben, fällt bei Bewegungen in der Trägheitscurve mit dieser zusammen und weicht nach links von der Bewegungsrichtung ab. Bei Bewegungen in der Trägheitscurve erreicht Γ ein Minimum und wird grösser in dem Maasse, als die anticyclonale Krümmung der Bahn geringer wird, und schliesslich in die entgegengesetzte die cyclonale übergeht. Daraus ergiebt sich der allgemein (auch für die südliche Hemisphäre) gültige Satz:

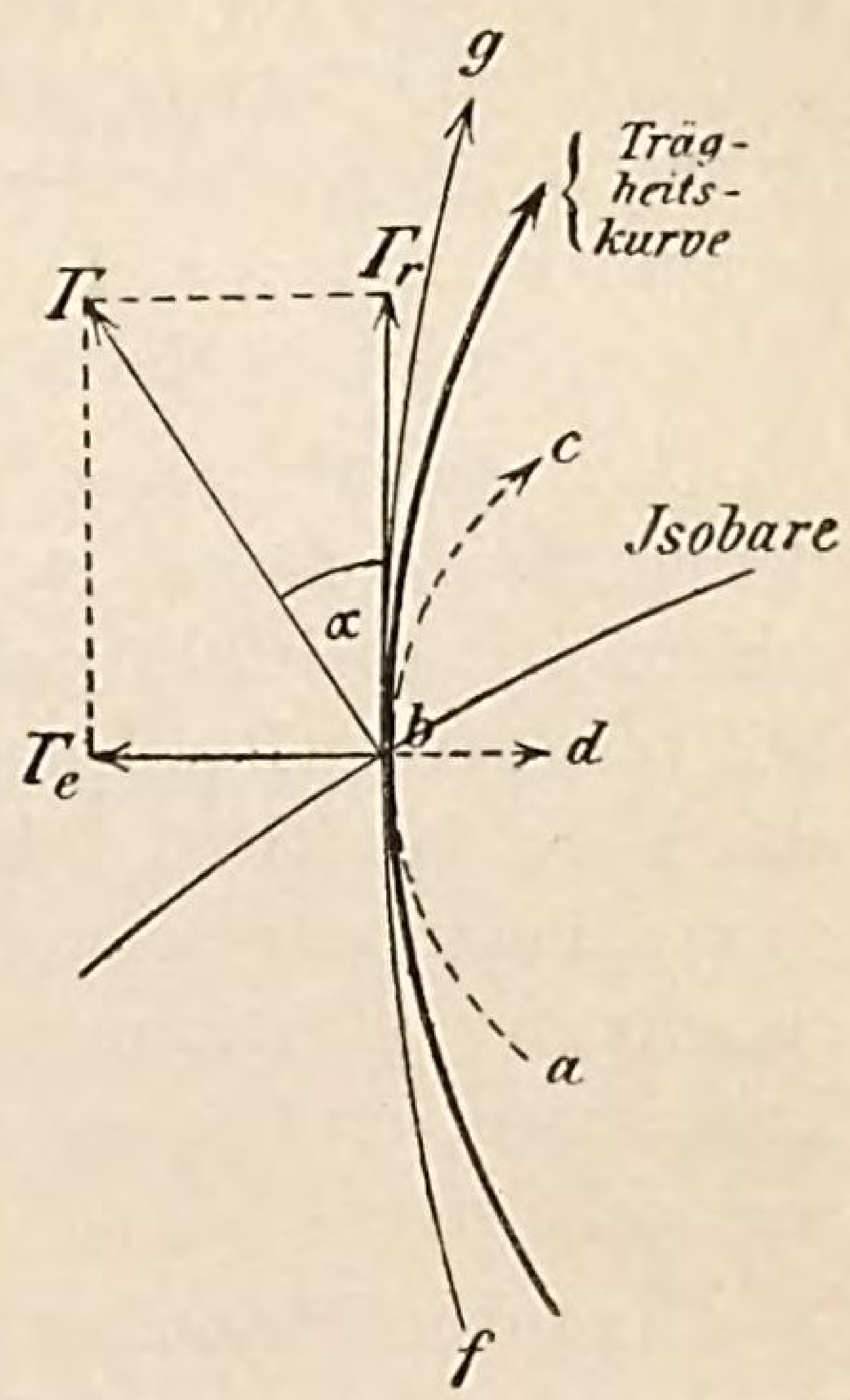


Fig. 22.

Unter sonst gleichen Verhältnissen (hinsichtlich der geographischen Breite, Geschwindigkeit und Reibung) ist die cyclonale Krümmung von einem stärkeren Gradienten und grösseren Ablenkungswinkel α begleitet, als die anticyclonale Krümmung.

Lässt man umgekehrt die Reibungscoefficienten variiren, also die Componente Γr, so erkennt man sogleich: Bei gleicher Krümmung der Windbahn und gleicher Geschwindigkeit nimmt mit wachsendem Reibungscoefficienten der Gradient zu, der Ablenkungswinkel aber ab.

Da im mittleren und nördlichen Europa wegen der grösseren Barometerschwankungen im Norden die Ostwinde vorwiegend anticyclonal, die Westwinde meist cyclonal gekrümmten Bahnen angehören, so mag die aus empirischen Untersuchungen [115]) hervorgehende Thatsache, dass erstere bei gleicher Geschwindigkeit eines geringeren Gradienten bedürfen, als letztere, in dem erstere dieser Sätze wenigstens theilweise ihre Erklärung finden.

Die anticyclonale Krümmung der Trägheitscurven wird mit der Annäherung an den Aequator schnell geringer; am Aequator selbst ist, wie bei absoluter Bewegung, die gerade Linie die Trägheitscurve. Da nun nach vorstehender Figur bei irgend einer Krümmung der Windbahn (z. B. bei der geradlinigen Bahn) die Kraft Γe um so kleiner wird, je weniger stark anticyclonal die Trägheitscurve gekrümmt ist, so ergiebt sich sogleich folgender Satz:

Bei gleicher Krümmung der Windbahn und gleichem Reibungs-Coefficienten nehmen für ein und dieselbe Windgeschwindigkeit sowohl Gradient als auch Ablenkungswinkel mit der Annäherung an den Aequator ab.

Die Thatsachen bestätigen diesen Satz. Auf seine Untersuchungen über den atlantischen Ocean sich stützend, sagt Herr Toynbee darüber Folgendes[116]: „We find that there are much more wind in the tropics than in these latitudes, with the same gradient. I am inclined to think, that the difference has various causes: 1) The tropical gradients are much more permanent than those of these latitude. 2) The tropical gradients generaly extend over a much greater distance. — I would also call attention to the fact that from June to October the gradient of the NE-Trade is steeper than that of the SE-Trade with the same aomunt of wind; wich is probably caused by a downward current in the north part of the NE-Trade.“

Bei gleichförmiger Bewegung der Luft hat die Kraft Γr nur die Reibungswiderstände zu überwinden; ist die Luftbewegung eine beschleunigte, so ist Γr grösser, als zu diesem Zwecke nöthig ist, dagegen bei verzögerter Bewegung ist Γr nicht im Stande die Reibungswiderstände zu beseitigen. In der Regel jedoch ist Γr positiv, wie sie in obiger Figur angenommen wurde. Die Kräfte Γr und Γe repräsentiren zusammen die Wirkung der Schwerkraft auf die ungleich vertheilten Luftmassen, und haben als Resultirende die Kraft Γ, welche zur Isobare senkrecht steht.

Aus den Wetterkarten geht hervor, dass die Windbahnen fast ausnahmslos schwächer gekrümmt sind, als die Trägheitscurven, und meistens eine cyclonale Krümmung zeigen, so dass also beide Kräfte Γr und Γe die in der Figur gegebene Richtung haben. Hieraus ergiebt sich sofort das barische Windgesetz, welches wir bereits oben anführten. — Für die südliche Hemisphäre hat Γe die entgegengesetzte Richtung, es ist also nur rechts mit links zu vertauschen. Dass die Windgeschwindigkeit mit dem Gradienten wachsen muss, wird sofort aus der Figur klar; wenn wir Γ vergrössern, muss auch Γr zunehmen[117]).

Die Centrifugalkraft wirkt in demselben Sinne, wie die Erdrotation, sie ist ebenfalls wie jene keine treibende, sondern eine ablenkende Kraft. Ueberall wo Körper in krummliniger Bahn sich bewegen, äussert sich diese Kraft in dem Bestreben, den Körper senkrecht vom Centrum der Bewegung wegzutreiben. Die Centrifugalkraft wächst im einfachen Verhältnisse zur Krümmung der Bahn, im quadratischen zur Geschwindigkeit, so dass der Hälfte des Krümmungsradius eine doppelte, und der doppelten Geschwindigkeit eine viermal so starke Centrifugalkraft entspricht.

Es ist klar, dass sowohl die Erdrotation als auch die Centrifugalkraft beide in demselben Sinne wirken, nämlich die Luftbewegung nach rechts abzulenken, woraus also der spitze Winkel der Windbahnen mit der Richtung der Gradienten vergrössert werden muss. Beide Kräfte sind bei starker Krümmung der Isobaren, also bei Cyclonen mit geringem Umfang und bei grosser Windgeschwindigkeit, im Stande, fast kreisförmige Windbahnen zu schaffen, die nahezu mit den Isobaren zusammen fallen. Beim barometrischen Maximum verhält sich die Sache umgegekehrt, indem die Centrifugalkraft die Windbahn, welche sich um das Centrum des Maximums krümmt, nach dem Gradienten hin biegt, so dass also die Ablenkung durch die Erdrotation durch die Centrifugalkraft geschwächt wird.

Der Luftbewegung tritt als Hinderniss entgegen die Reibung der Luft an der Erdoberfläche, welche mit der Geschwindigkeit proportional wächst. Die Reibung ist geringer auf dem Meere, als auf dem Lande, am geringsten in den oberen Luftschichten, daher wird unter sonst gleichen Verhältnissen die Bewegung in den oberen Luftschichten rascher, als auf der Erdoberfläche und hier rascher, als auf dem Lande erfolgen und auf diesem bei ebenem Terrain schneller sein, als bei unebenem. Bei vergrösserter Reibung muss die Ablenkung geringer sein, also müssen die Windbahnen mehr nach dem Innern geneigt sein, als bei geringerer Reibung, eine Folgerung, die thatsächlich durch die geringere Ablenkung auf dem Lande gegenüber derjenigen auf dem Meere bestätigt wird.

Die Grösse der Ablenkung ist also um so grösser, je grösser die geographische Breite, je grösser die Geschwindigkeit, je kleiner der Krümmungsradius und je geringer die Reibung ist.

Erstreckt sich die Störung des atmosphärischen Gleichgewichtes nur auf ein kleines Gebiet, ist sie aber bedeutend, so tritt die Centrifugalkraft gegenüber dem Einflusse der Erdrotation durchaus in den Vordergrund. Die Luftbewegungen sind dann ausserordentlich, heftig und, nahe dem Centrum, ähnlich wie bei den Tornados. „Diese treten (nach Ferrel) auf bei grosser Erwärmung und Windstille, wodurch das Gleichgewicht in verticaler Richtung gestört wird. Die unteren Schichten bewegen sich aufwärts, von den Seiten erfolgt ein schnelles Zuströmen, und wenn nicht die Summe aller anfänglichen Drehungsmomente gleich Null ist, was selten der Fall sein wird, müssen die Luftmassen nahe dem Centrum schnelle Drehungen ausführen, ein Tornado ist die Folge. Dieses kann man

sich sehr gut verdeutlichen durch den Abfluss des Wassers aus einem Behälter durch eine Oeffnung im Boden. Wenn die Flüssigkeit beim Beginn der Bewegung vollständig zu Ruhe ist, erfolgt der Abfluss ohne Drehung, wenn aber die geringste anfängliche Rotation vorhanden ist, so geschieht der Abfluss mit rapiden Drehungen.

Bei den Tornados, welche stets von geringer Ausdehnung sind, ist der Einfluss der Erdrotation auf die Erzeugung von Drehungen sehr gering, im Vergleich zu dem Einflusse des Anfangszustandes der Atmosphäre. Die Richtung der Rotationsbewegung in einem Tornado ist daher bald von rechts nach links, bald umgekehrt. Daher können am Aequator zwar Tornados aber keine grosse Cyclonen entstehen. In diesen letzteren ist der Anfangszustand der Atmosphäre gleichgültig gegenüber dem Einflusse der Erdrotation und dieser letztere wirkt constant fort, während der erstere durch Widerstände leicht vernichtet wird. Daher haben die grossen Cyclonen eine lange Dauer, während die Tornados, hauptsächlich abhängend von der anfänglichen Intensität ihrer Drehung, bald durch Widerstände zum Stillstande gebracht werden.

In Folge der durch die rapiden Drehungen nahe dem Centrum eines Tornado hervorgerufenen starken Fliehkraft muss dort nahezu ein Vacuum entstehen. Wenn also ein Tornado über ein Gebäude hinwegzieht, wird der äussere Druck plötzlich entfernt und von innen wirkt er mit nahezu 10 333^{kg} pro Quadratmeter, daher die wie durch eine Explosion hervorgerufenen Zerstörungen [118])."

Vom Aequator nach dem Pole hin kommt immer mehr die Erdrotation zur Geltung und diese spielt jetzt bei den grossen, oft ganze Erdtheile einnehmenden Wirbeln gegenüber der Centrifugalkraft die Hauptrolle. —

Die Ursachen der Entstehung der Cyclonen haben wir zu suchen in der Gleichgewichtsstörung der Atmosphäre. Diese Störung hat hauptsächlich ihren Grund in der ungleichen Erwärmung unserer Erde und in dem Verhalten des Wasserdampfes in der Luft. Die Erwärmung der Luft über irgend einem Gebiete erfolgt in der bereits früher angegebenen Weise; die Niveauschichten heben sich und es erfolgt ein Abfliessen der Luft, also eine Verminderung der Luftmassen und daher eine Abnahme des Luftdruckes und ein Zuströmen der unteren Luft um das gestörte Gleichgewicht wieder zu ersetzen. Ist die erwärmte Luft feucht, so wird dadurch ein aufsteigender Luftstrom begünstigt, welches eine Condensation

des Wasserdampfes zur Folge hat, wodurch die Luft einen neuen Impuls zum Aufsteigen erhält, und aus diesem Grunde kann die Gleichgewichtsstörung eine bedeutende werden und sich längere Zeit erhalten.

Ist auf diese Weise auf irgend einem Gebiete der Luftdruck niedriger als in der Umgebung, so setzen sich gegen dasselbe Luftströmungen in Bewegung und diese werden durch die Erdrotation nach rechts abgelenkt (d. h. die Aequatorialzone bei etwa 10° Breite ausgenommen, wo der Einfluss der Erdrotation zu unbedeutend ist). Da die Strömungen von allen Seiten gegen das Gebiet niedrigen Luftdruckes gerichtet sind, so muss die Tendenz zu einer Wirbelbewegung entstehen, welche das Bestreben hat, sich einer ellipsen- oder kreisartigen Form zu nähern, um so mehr, je stärker die Luftbewegung ist. Der Einfluss der Erdrotation, sowie die hinzutretende Centrifugalkraft bewirken eine weitere Luftverdünnung, also ein weiteres Fallen des Barometers in dem centralen Raume.

Dass durch Bildung eines Wirbels eine schwache Bewegung in eine sehr heftige übergehen kann, zeigen die Wasserwirbel sehr deutlich, wenn man Wasser aus einem Gefässe durch ein im Boden befindliches Loch ausfliessen lässt. Ueber diesen Vorgang führen wir die Worte von Helmholz an, ohne seine Ansichten über die Analogie der künstlichen Wasserwirbel mit den atmosphärischen Wirbeln ganz zu theilen: „Den Vorgang der Bildung von Wirbelstürmen kann man nach gewissen Beziehungen hin sehr gut in kleinerem Maassstabe im Wasser nachahmen. Man nehme ein kreisrundes Gefäss, welches eine Oeffnung im Boden hat, die zuerst durch einen Kork geschlossen wird. Durch Rühren mit der Hand setze man das Wasser in langsam rotirende Bewegung und ziehe den Kork aus. Nun beginnt das Wasser in der Mitte auszufliessen, es wird durch neues ersetzt, welches von der Peripherie her sich dem Centrum nähert und dessen Rotationsbewegung in dem Maasse, als dies geschieht, zunimmt. Nahe der Mitte wird die Centrifugalkraft dieser heftig rotirenden Ringe so gross, dass der Wasserdruck nicht mehr im Stande ist, eine weitere Verengerung derselben zu bewirken. Dann bildet sich durch die Wassermasse eine senkrechte mit Luft gefüllte Röhre, die bis zur unteren Oeffnung hinabreicht, nach oben hin sich trichterförmig erweitert und gewöhnlich schraubenförmig an ihrer Wand gestreift ist. Diese Röhre hat genau die Form, in der man Wasserhosen abzubilden pflegt. Wirft man einen Kork in die Röhre, der

einerseits weiss, andererseits schwarz bemalt ist, so wirbelt er so schnell herum, dass die beiden Farben sich zu gleichmässigem Grau vermischen.

Auch im Wasser können wir also den Uebergang aus einer ursprünglich langsamen Wirbelbewegung in eine ausserordentlich schnelle beobachten. Sobald der Wirbel sich ausgebildet hat, fliesst das Wasser nur noch langsam aus, weil der grösste Theil der Ausflussöffnung von der Luftröhre eingenommen ist. Es ist hauptsächlich nur das Wasser vom Boden des Gefässes, das ausfliesst, nachdem es durch Reibung am Glase seine Geschwindigkeit verloren hat. Dieselbe Spiralbewegung gegen das Centrum hin haben die Wirbelstürme am Erdboden. Auch in diesen dürfen wir annehmen, dass es hauptsächlich die mächtige Centrifugalkraft ist, die das Aufsteigen der warmen Luft verzögert. Erst in dem Maasse, als die Rotationsbewegung sich durch Reibung am Erdboden vermindert, wird die Luft in die Höhe steigen können, oben weiter wirbelnd, dann aber ihre Kreise mit Nachlass der Rotation allmählig ausbreitend, in dem Maasse, als neue Luft nachfolgt.

Wenn übrigens einmal ein solcher Wirbel ausgebildet ist, so kann er in Luft, wie in Wasser lange fortbestehen, auch wenn die Ursachen aufhören zu wirken, die ihn hervorgebracht haben; die Bewegung der Luftmassen wird durch das Beharrungsvermögen unterhalten, sie erlischt erst allmählich durch den Einfluss der Reibung. — Die neueren Untersuchungen über die Grösse der Luftreibung haben ergeben, dass im Inneren ausgedehnter Luftmassen die Geschwindigkeitsabnahme durch die Reibung verschieden bewegter Luftschichten gegen einander eine äusserst langsame ist. Nur an den Widerständen des Bodens findet schnelle Abnahme der Geschwindigkeit statt."

Obgleich durch die Erdrotation und durch die Centrifugalkraft das direkte Zufliessen verhindert wird, so würde dennoch eine Ausgleichung erfolgen, wenn nicht die zugeflossene Luft beständig aus dem Centralraume weggeschafft würde. Dieses kann nur dadurch geschehen, dass die Luft im Innern der Cyclone aufsteigt und in geringerer oder grösserer Höhe nach auswärts abfliesst, wodurch also ein vertikaler Kreislauf der Luft eingeleitet wird. Kommt noch hinzu, dass die aufwärtssteigende Luft eine grosse Menge Wasserdampf mit sich führt, welcher beim Aufwärtssteigen sich abkühlt und zu Wolken oder Regen verdichtet, so wird hierdurch der Auftrieb begünstigt und die Kraft der Wirbelbewegung verstärkt.

Die Feuchtigkeit der Luft spielt nicht so sehr bei der Entstehung, als bei der Entwickelung und Erhaltung der Cyclone eine wichtige Rolle, über welche wir uns möglichst klar machen wollen. Es ist bekannt, dass Luft, welche, ohne ihren Wasserdampf zu condensiren, aufsteigt, sich für je 100^m Erhebung um nahezu 1^0 C. abkühlt, unabhängig von der Höhe, in welcher das Aufsteigen geschieht (wenn wir von der Aenderung der Intensität der Schwere mit der Höhe absehen) und von der Anfangstemperatur; beim Herabsinken findet eine Erwärmung um denselben Betrag für je 100^m statt. Ist die Luft jedoch mit Wasserdampf gesättigt, so dass sie beim Aufsteigen diesen fortwährend zum Theile condensirt, so erfolgt die die Abkühlung derselben bedeutend langsamer. Ich gebe nachstehend eine Tabelle nach Hann[119]) über die Wärmeabnahme in gesättigt feuchter Luft für je 100^m:

Anfänglicher Druck.	— 10°	— 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	Seehöhe bei 0°
mm										m
760	0,76	0,69	0,63	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	20
600	0,71	0,65	0,58	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	—	1910
400	0,63	0,57	0,50	0,47	0,42	0,38	—	—	—	5150
200	0,49	0,43	0,38	—	—	—	—	—	—	10670

Gewicht des Wasserdampfes (Gramme) in einem Kilogr. gesättigt feuchter Luft.

760	1,7	2,6	3,8	5,4	7,6	10,5	14,4	19,5	26,3	20
600	2,2	3,2	4,8	6,8	9,6	13,5	18,3	24,8	—	1910
400	3,3	4,8	7,2	10,2	14,4	20,0	—	—	—	5150
200	6,5	9,7	—	—	—	—	—	—	—	10670

Steigt z. B. ein gesättigt feuchter Luftstrom mit einer Anfangstemperatur von 15^0 C. zu einer Höhe von 3000^m auf, so wird er angenähert um $0,49 \cdot 30 = 14,7^0$ abgekühlt, oder seine Temperatur ist noch $0,3^0$. In dieser Höhe beträgt aber die Wärmeabnahme $0,55^0$, also die mittlere Wärmeabnahme 0,52, und die Temperatur bei $3000^m = - 0,4^0$. Ein trockener Luftstrom würde sich unter sonst gleichen Verhältnissen um 30^0 (statt $15,4^0$) abkühlen, also Unterschiede, die ganz bedeutend ins Gewicht fallen müssen. Bei dem herabsteigenden Luftstrom kann eine Condensation des Wasserdampfes nicht eintreten, die Luft wird wärmer und trockener, wie es ja bei den Föhnerscheinungen bekannt ist.

Die Wärmeabnahme mit der Höhe erfolgt in der Regel langsamer als diejenige im aufsteigenden, trockenen Luftstrome (vergl. Seiten 61 u. 119) und daher muss bei trockener Luft der Auftrieb rasch abnehmen und das Aufsteigen zu grösseren Höhen ist ge-

wöhnlich nicht möglich. Ist aber der aufsteigende Luftstrom feucht, so erfolgt das Aufsteigen bis zur Erreichung des Thaupunktes wie bei trockener Luft, dann aber, wenn die Condensation eintritt, verlangsamt sich bedeutend die Abkühlung und der Auftrieb erhält stets wieder neue Impulse. So kann die Luft zu ganz bedeutenden Höhen aufsteigen, um so mehr, je höher ihr Thaupunkt liegt. Die aus dem Condensationsprocess hervorgehende Wärme leistet dabei ununterbrochen die Arbeit, die Luftmassen in dem Innern der Cyclone emporzuheben und durch Abfluss wegzuschaffen. Aus dieser Arbeitsquelle schöpft die Cyclone immer wieder neue Energie; auf diese Weise kann sie sich längere Zeit erhalten, sich ausbreiten und fortschreiten. Durch die Bewegung der Luftmassen von einem grösseren Gebiete nach einer einzigen Stelle hin und durch das Hinzutreten des Einflusses der Erdrotation und der Centrifugalkraft wird die Kraft der Bewegung nach dem Innern der Cyclone concentrirt, so dass hier die Gradienten dicht zusammentreten und die Luft die stärkste Bewegung und ihre Richtung die grösste Abweichung vom Gradienten zeigt, aber dieser Zustand würde im Allgemeinen keinen längeren Bestand haben, wenn nicht der Wasserdampf die Rolle übernähme, die unten zufliessende Luft aus dem Wirbel wegzuschaffen.

„Da der Luftdruck nach oben abnimmt," sagt Reye[120]), „so dehnen diese (aufsteigenden) Luftmassen sich allmählich aus, und kühlen sich zugleich ab; ihr Wasserdampf muss desshalb, sobald der Sättigungspunkt erreicht ist, sich nach und nach zu Nebel und Wolken verdichten. Wahrscheinlich zeigen uns die losen, fliegenden Sturmwolken unten die zuerst gebildeten, nebelartigen Niederschläge, weiter oben aber verdichten sich immer grössere Mengen des mitgerissenen Wasserdampfes zu compacten Wolkenmassen, welche selbst in grosser Ferne wie eine düstere unheilvolle Bank erscheinen. Die zugleich frei werdende latente Wärme des Dampfes verlangsamt die Abkühlung der aufsteigenden Luft, dehnt diese aus und beschleunigt dadurch ihr Emporsteigen. Zugleich erweitert der schon unten sehr breite Luftstrom sich nach allen Seiten, wie auch aus der Thatsache hervorgeht, dass die fliegenden „Storm-scuds" sich in Spiralwindungen von der Cyclonenaxe entfernen. In einer uns unbekannten Höhe fliessen diese aufsteigenden Luftmassen nach Verlust des grössten Theiles ihres Dampfgehaltes, der als Regen zu Boden fällt, seitlich ab und breiten so den durch sie gebildeten und stets erneuten Wolkenteppich aus bis weit über die Grenzen

der Cyclone. Was aber wird unten an der Meeresoberfläche vor sich gehen?

Unter der emporsteigenden Luftsäule, in welcher durch die frei gewordene Wärme des verdichteten Wasserdampfes eine höhere Temperatur herrscht, als in ihrer Umgebung, muss der Luftdruck niedriger sein, als ringsum. Zu dieser Verdünnungsstelle strömt von allen Seiten, jedoch den vorhandenen Spiralwindungen des Sturmwindes folgend, die Luft heran, anfangs langsam, dann schneller und immer schneller, weil von aussen her der grössere Luftdruck sie treibt. Die Thatsache, dass der Sturmwind um so stärker wüthet, je näher man dem luftdünnen Centralraume kommt, wird hierdurch verständlich. Zugleich dehnt die einströmende Luft allmählich sich aus, z. B. um ein Zwanzigstel ihres anfänglichen Volumens, wenn das Barometer in der Cyclone um 1 $^1/_2$ Zoll gefallen ist. So kommt es, dass ihr Dampfgehalt manchmal schon an der Meeresfläche anfängt sich zu verdichten; die Wolken hängen im Innern der Cyclone tief auf das Meer hernieder, oder wie wir im Berichte der Arcona lasen, „Meer und Wolken scheinen sich zu verschlingen". Diese Ausdehnung der Luft und die mit ihrer Geschwindigkeit und Annäherung an das Centrum doppelt rasch wachsende Centrifugalkraft bewirken, dass die einströmende Luft, noch ehe sie die Cyclonenaxe wirklich erreicht hat, aufzusteigen beginnt, so einen windstillen oder nur von schwächeren und unregelmässigen Winden erfüllten Centralraume sturmfrei lassend. Ueber einer weiten ringförmigen Fläche, nicht über einer vollen Kreisfläche, steigt die Cyclonenluft allmählich, durch ihre Dampfwärme beschleunigt, empor."

Eine Folge der Cyclonenthätigkeit sind Wolkenbildung und Niederschläge, welche die Cyclone, wie es die Natur der Sache bedingt, in allen Phasen begleiten. Insbesondere erfolgen die Niederschläge in unseren Breiten auf der östlichen Seite der Cyclone, d. h. in der Richtung, nach welcher die Cyclone fortschreitet. Hierin stimmen die Autoritäten auf dem Gebiete der Cyclonentheorie überein. Espy zieht aus mehr als 1800 synoptischen Karten (im damaligen Sinne) zunächst für die Wintermonate den Schluss[121]: „Bei allen grossen und plötzlichen Depressionen giebt es viel Regen oder Schnee, und bei allen plötzlichen grossen Regen oder Schneefällen sinkt das Barometer stark in der Mitte des Sturmes und steigt ausserhalb seiner Grenzen."

Indem Loomis[122] die synoptischen Karten der Vereinigten Staaten für 1872/73 in Bezug auf die Stürme untersuchte, erhielt

er aus 314 Tagen folgendes Ergebniss: „Jede beträchtliche barometrische Depression ist von Regenfall begleitet, und die Fläche, über welche sich derselbe erstreckt, dehnt sich gewöhnlich auf der östlichen Seite des Depressionscentrums viel weiter aus, als auf der westlichen. Ich bemerkte, dass sich der Regenfall nach allen Seiten rings um das Sturmfeld erstreckt, am weitesten verbreitet er sich aber auf der östlichen Seite. Dieses ist der allgemeine Verlauf der Stürme der Vereinigten Staaten."

An einer anderen Stelle bemerkt Loomis[123]): „Nähert man sich mehr (über 200 Miles) der Küste, so findet man ein plötzliches Wachsen in der Heftigkeit der Stürme, wahrscheinlich wegen der vermehrten Zufuhr von Wasserdampf, der aus dem Ocean und Golf kommt, und einen gesteigerten Regenfall mit vermehrter Ausdehnung der Luft und gesteigerter Heftigkeit des Windes und Druckabnahme zur Folge hat.

In 53 Fällen unter 148 wurde kein Regen gefunden für die vorhergehenden 8 Stunden an der Station, wo der Druck am niedrigsten gewesen und in 78 Fällen war der Regen geringer, als $^1/_{10}$ Zoll; der Hauptregenfall erfolgte nicht im Centrum des Minimums, sondern bedeutend östlich vom Centrum."

Aus den Karten seines Stormatlasses erhält Mohn das Ergebniss, dass auf der vorderen, östlichen Seite einer Cyclone die Feuchtigkeit und Wolkenmenge zunehmen, und dass daselbst starker und anhaltender Regen und Schnee fällt.

Dieses gilt nicht allein für die Cyclonen höherer Breiten, sondern auch für diejenigen der Tropen. „Hunderte von Meilen weit," sagt Thom[124]), „auf allen Seiten des Wirbels lagert eine dichte Wolkenschicht, welche in Strömen und ohne Unterbrechung Regen ausgiesst. Dieser Process dauert wochenlang und ist charakteristisch für den Orcan in allen seinen Phasen. Das Nahen eines solchen Sturmes kann beinahe vorausgesagt werden an dem ununterbrochenen Wolkenlager, welches langsam den Himmel überzieht, zuerst in grosser Höhe, allmählich aber zu unteren Schichten niedersteigend und vom zunehmenden Dunkel begleitet, bis es zuletzt auf der Erde ruht und es zu regnen anfängt. In einer Entfernung von 200 oder 300 Seemeilen von dem Wirbel werden diese Anzeichen wahrgenommen." Ich werde auf diesen Gegenstand weiter unten bei Besprechung der Fortpflanzung der Depressionen wieder zurückkommen.

Indessen gehören Cyclonen ohne Regenfall, oder mit sehr geringen Niederschlägen, gerade nicht zu den seltensten Fällen. Aus

den Wetterkarten der Seewarte liesse sich eine Anzahl solcher Fälle zusammenstellen, die jedoch die Eigenthümlichkeit haben, dass die Cyclonen einerseits wenig entwickelt sind und andererseits die Neigung haben sich rasch auszufüllen. Loomis[125]) stellt für 15 Monate, September 1872 bis November 1873, aus den Wetterkarten der Vereinigten Staaten alle die Fälle zusammen, in welchen die Regenmenge an keiner Station 0,1 Zoll in 8 Stunden übertraf und fand, dass sich zuweilen barometrische Minima bilden und sich 8 bis 24 Stunden und länger erhalten, ohne dass sich in ihnen gar keine, oder doch keine nennenswerthe Niederschläge condensiren. Daher und mit Rücksicht auf die Thatsache, dass in den südlichen Vereinigten Staaten ein Gebiet starken Regenfalls von einigen hundert Miles Durchmesser ohne merkliche Erniedrigung des Luftdruckes ausbilden kann, schliesst Loomis, dass der Regenfall nicht wesentlich ist für die Bildung von Depressionsgebieten und nicht die Hauptursache ist ihrer fortschreitenden Bewegung.

Schon oben haben wir die Ansicht ausgesprochen, dass die Hauptursache der Entstehung der Cyclonen in der ungleichen Vertheilung des Luftdruckes zu suchen sei, welche durch ungleiche Erwärmung hervorgebracht wird, wobei geringe Luftdruckdifferenzen genügen, die Wirbelbewegung einzuleiten, welche dann durch die Erdrotation und Centrifugalkraft weiter entwickelt wird. Dass aber auch bei der Entstehung des Wirbels der Wasserdampf mitwirken, ja die Hauptrolle übernehmen kann, scheint uns mehr als wahrscheinlich zu sein.

Ueber einem grösseren Gebiete sei der Luftdruck gleichmässig vertheilt, die Luftsäulen im Innern seien feucht und die nach aussen hin trocken. In feuchter Luft ist die Druckabnahme mit der Höhe langsamer als in trockener und daher wird in der Höhe ein nach aussen gerichteter Gradient entstehen, so dass hierdurch ein Abströmen der Luft in der Höhe bedingt wird. Das Barometer muss also im Innern dieses Gebietes fallen und dadurch ein Zuströmen der Luft in den unteren Luftschichten, also im Wirbel, erfolgen. Die eben vorausgesetzten Gegensätze treten im Winter viel schärfer auf, als im Sommer und daher die grössere Häufigkeit und grössere Intensität der Cyclonen in der kälteren Jahreszeit.

An und für sich wird der Regenfall keine bedeutende Aenderungen des Luftdruckes hervorbringen können, sonst müssten heftige Regengüsse stets von starkem Fallen des Barometers begleitet sein, wenn auch eine deutliche Wirbelbewegung nicht vorhanden ist, und

zudem müssten in den Tropen bei den ausserordentlich starken Niederschlägen die Barometerschwankungen am stärksten sein. —

Ehe wir uns weiter mit dem Verhalten der Cyclonen beschäftigen, wollen wir noch kurz einige Theorien über die Entstehung der Cyclonen erwähnen, welche von den oben dargelegten Ansichten mehr oder weniger abweichen.

Der geniale dänische Ingenieur Colding[126]) leitet die Entstehung und Entwickelung der Cyclonen ab aus den Gesetzen, welche für die Bewegung des Wassers in Kanälen oder in freien Meeresströmen ebenso gelten, wie für die Luftströme in der Atmosphäre. Auf diese Weise gelangt nun Colding zu folgenden Ergebnissen:

Wenn der Aequatorialstrom und der Polarstrom, welche sich Colding im Allgemeinen im Dove'schen Sinne denkt, so an einander vorbeiwehen, dass der Aequatorialstrom östlich liegt, so haben beide Strömungen die Neigung, sich von einander zu entfernen. Hierdurch entsteht an der Grenze der beiden Ströme eine Luftverdünnung, so dass die Niveauflächen gleichen Druckes von der Begrenzungsfläche nach aufwärts geneigt sind. „Hieraus folgt weiter," sagt Colding, „dass, da die Grösse des zwischen den beiden Niveauflächen entstehenden Thales von der Geschwindigkeit der Stürme abhängt, jede zufällige Stauung (Geschwindigkeitsabnahme) in einem dieser Ströme Anlass geben muss, dass derselbe sich in seinen Nachbarstrom stürzt und hier entweder von Nordwest oder von Südost einen Wirbelsturm hervorruft, welcher sich der Sonne entgegengesetzt bewegt. Es ist nämlich klar, dass, solange der Strom seinen Lauf fortsetzt, die Erdrotation jener Kraft das Gleichgewicht hält, welche der Neigung der Niveauflächen der beiden Ströme entspricht, aber sobald die Geschwindigkeit in einem der Ströme vermindert wird, erlangt die Schwerkraft das Uebergewicht und der Wirbel ist unausweichlich da." Liegt andererseits der Aequatorialstrom auf der Westseite des Polarstromes, so muss nach Colding eine Stauung der Luftmassen stattfinden, indem die beiden Ströme sich gegenseitig zu verdrängen streben; allein an der Ostseite des Aequatorialstromes können Wirbel niemals entstehen, „indem die Schwerkraft hier dahin wirkt, die Luftmassen zu zertheilen". Daher kommt es, dass die Wirbelstürme stets gegen die Sonne rotiren.

Ueber die Wirbelbewegung selbst bemerkt Colding, dass aus dem Wirbel ein permanenter Luftstrom nach aussen in der Richtung der Niveauflächen abströmen muss, in dem Maasse, als die

Luft zuströmt. Durch die mannigfachen Widerstände an der Erdoberfläche wird die Rotationsgeschwindigkeit vermindert, der äussere Luftdruck erhält die Oberhand, wodurch eine Zuströmung der äusseren Luft und eine Verdichtung der Luft im mittleren Theile des Wirbels bedingt wird, wobei andererseits wieder Luft gegen den äusseren Umfang des Wirbels längs den Niveauflächen fortgetrieben wird, entsprechend der Einströmung gegen das Centrum. Hierdurch erklärt Colding die „schraubenförmigen Erscheinungen, welche so häufig bei kleineren Luftwirbeln, Wasserhosen u. dgl. wahrgenommen werden, indem es eine selbstverständliche Folge ist, dass die von aussen längs der Erdoberfläche einströmende Luftmenge nach dem Einströmen von dem Wirbel in eine rotirende Bewegung versetzt wird.“

Ebenso leitet Wittwer [127]) die Cyclonenbewegung aus der Erscheinung der Trichterbildung bei bewegten Wassermassen ab, indem er bei der Luft die Dichtigkeitsverhältnisse das bedeuten lässt, was beim Wasser eine Niveauverschiedenheit ist. Auf der Nordhalbkugel haben wir als Componirende der Orcane die Polar- und Aequatorialströmung. In den mittleren Breiten ist im Allgemeinen die Richtung der Polarströmung von Nordost nach Südwest, und je mehr man gegen die Tropen kommt, um so mehr geht die Richtung in die ostwestliche über. Die Aequatorialströmung muss in der Calmennähe als reiner Südwind beginnen, und sie bekommt nach und nach, wenn sie in höhere Breiten gelangt, eine mehr und mehr hervorragende Biegung gegen Ost. — Untersucht man nun für die verschiedenen Breiten die Resultirende, so findet man, dass ein Wirbel zum Vorschein kommen muss. In der Nähe der Calmen stehen die Richtungen der beiden Strömungen nahezu senkrecht auf einander, und es ist also auch aus diesem Grunde hier der geeignetste Platz zu dem Entstehen der den Trichtern im Wasser analogen Wirbel.

Nach Murphy [128]) giebt es viele Indicien für die Theorie, dass die Wirbelwinde entstehen durch das Zusammentreffen verschiedener Luftströme, namentlich dass die Cyclonen entstehen durch den Conflict der Passate der nördlichen und südlichen Hemisphäre, wenn einer derselben bis zu einer grossen Entfernung den Aequator überschreitet. Die Ursache des aufsteigenden Luftstromes findet er in der Reibung der untersten Luftschichten des Wirbels an der Erdoberfläche. Hierdurch werde die Centrifugalkraft verringert gegen jene der oberen Schichten; der Effect sei ein Zuströmen der

unteren Luft gegen das Centrum und ein Aufsteigen derselben daselbst.

Nach Faye [129]) haben die Orcane, Stürme, Gewitter mit oder ohne Hagel, die atmosphärische Elektricität etc., kurz eine ganze Gruppe von Erscheinungen ihren Ursprung in den hohen Regionen der Atmosphäre. Während an der Erdoberfläche die Windgeschwindigkeit nur in seltenen Fällen 20—30^{m} pro Secunde übertrifft, ist die Geschwindigkeit der Sturmwolken ausserordentlich grösser, indem diese oft mit einer drei- oder viermal grösseren Geschwindigkeit dahin eilen, als der Unterwind. Hiernach wäre die Erzeugung der Wirbel in den oberen Regionen nicht unschwer zu erklären. Die in den Tropen erwärmte und aufgestiegene, oben fortwährend polwärts fliessende Luft wird durch die Erdrotation und durch die beständige Richtungsänderung der Erdaxe mit Rücksicht auf die Sonne, in ihrer gleichförmigen Bewegung unterbrochen, so dass gesonderte Ströme in der Höhe entstehen, an deren Rändern Wirbel, wie diejenigen in unseren Wasserläufen, entstehen können und entstehen müssen. Diese Wirbelbewegungen werden aus den oberen Regionen einfach durch Reibung auf die unteren Luftschichten bei grossen Cyclonen übertragen, bei den Tromben, bei welchen das Verhältniss der verticalen Ausdehnung zu derjenigen der horizontalen überwiegt, hat man ausser der horizontalen Wirbelbewegung nur noch eine viel schwächere Bewegung von oben nach unten zur Erklärung aller Erscheinungen anzunehmen; dadurch wird die Trombe den Wasserwirbeln durchaus ähnlich. Der Wirbel pflanzt sich dann nicht mehr successive von oben nach unten fort, sondern gewissermassen als Ganzes, mit der ganzen Gewalt der oberen Luftbewegung.

„Es handelt sich darum," sagt Faye, „die Theorie der Meteorologie gänzlich zu reformiren: die Idee der Aspirationsstürme mit centripetalen Luftströmen ist zu verbannen; es ist Zeit, auf diese grossen aufsteigenden Ströme zu verzichten, welche am Grunde, aus einer stillen Luft, eine nicht existirende lebendige Kraft schöpfen, um oben Gewitter zu bilden und Stürme, welche mit energischer Rotations- und rapider Translationsbewegung ausgestattet sind, welche aus denselben Schichten eine überhitzte Luft schöpfen, um oben in einigen Minuten enorme Wassermassen gefrieren zu lassen. Die Meteorologen haben sich mit Hülfe der Phantasie eine Atmosphäre geschmiedet, welche mit der wirklichen Atmosphäre nichts gemein hat. So verfährt eine im Entstehen begriffene Wissenschaft, wenn ein aufmerksames Studium bedeutungsvoller Thatsachen noch nicht

ausgeführt ist, und wenn der Theoretiker durchaus Alles a priori erklären will."

Den eben entwickelten Ansichten von Faye tritt der um die Begründung der mechanischen Wärmetheorie sehr verdiente Hirn im Allgemeinen bei, nachdem er die Theorien von Peltier und Reye untersucht und aufgegeben hat.

In Deutschland hat die eben besprochene Faye'sche Richtung in Andries[130]) einen warmen Vertreter gefunden, welcher gestützt auf Versuche folgende Behauptungen aufstellt: „Zur Erklärung der Entstehungsweise der Cyclonen nehme ich in der Höhe der Atmosphäre heftige Luftströme an, die je nach der geographischen Breite in verschiedenen Richtungen dieselbe durchfurchen. Es ist überflüssig, das Vorhandensein solcher Strömungen, die zum Theile mit rasender Geschwindigkeit dahinsausen, nachzuweisen." (Andries beruft sich dabei auf die Arbeiten von Hildebrandsson, Ley, Köppen und auf die Ballonfahrten.) „Bricht sich nun ein solcher Sturm von einer gewissen Breite und Tiefe Bahn, so erzeugt er an seinem vorderen Ende und an seinen beiden Seiten bei seinem Vorwärtsdringen eine wirbelnde Bewegung in relativ ruhiger Luft, die ihn begrenzt. Mit seinem Fortschreiten schreitet auch die wirbelnde Bewegung, die, sich allmählich nach unten hin trichterförmig erweiternd, fortpflanzt, voran. Nur derjenige der beiden Wirbel (auf der nördlichen Halbkugel), dessen Drehungsrichtung der Bewegungsrichtung des Uhrzeigers entgegengesetzt ist, kommt zur Ausbildung, der andere mit anticyclonaler Drehung erschöpft sich meist, ehe er die Erdoberfläche erreicht. Der untere wird in seiner drehenden Bewegung unterstützt durch die Rotationsdifferenz der Luftmassen an seinem nördlichen und südlichen Ende, die von der Umdrehung der Erde und somit von der Breite abhängig ist. Der zweite wird in demselben Maasse in seiner Bewegung gelähmt. Erst nachdem der erstere Wirbel die Erdoberfläche erreicht hat, beginnen die eigentlichen Erscheinungen, wie sie bei den Cyclonen aufzutreten pflegen, also die spiralförmige Bewegung der Luftmassen nach dem Centrum hin, die Einbiegung oder Neigung, die im vorderen Theile stärker sein muss als im hinteren, das Aufsteigen der Luft im Innern und Abfliessen oben nach den Seiten hin etc. etc. Man kann alle diese Naturerscheinungen ganz naturgetreu im Wasser nachahmen. Hält man z. B. einem sich bewegenden Wirbel ein Hinderniss entgegen durch Eintauchen eines Stabes oder durch passende Bewegung des ganzen Gefässes, so sieht man deutlich, wie

die einzelnen Spiralen eingebogen werden. Findet daher die Cyclone auf ihrem Wege durch Bodenhindernisse oder ungleiche Luftdruckvertheilung einen ungleichen Widerstand, so müssen jene Schleifen oder Schlingen auftreten, die man in der That beobachtet hat.

Was nun ferner die Luftdruckverminderung im Innern der Cyclonen betrifft, so ist dieselbe einfach eine Folge der mechanischen Wirbelbewegung der Luft. Ebenso sind die von innen nach aussen wachsenden Gradienten lediglich die Folge und nicht die Ursache der Wirbelbewegung. Beides folgt nothwendig aus den Gesetzen der Mechanik. Die durch mechanische Wirkung hervorgerufene Verminderung des Luftdrucks im Innern der Cyclonen hat aber zur nothwendigen Folge ein Aufsteigen der Luft und Abfliessen in der Höhe."

Es würde zu weit führen, diese eben mitgetheilten Ansichten hier eingehend zu widerlegen, sie alle entbehren der tieferen Begründung und können mit den wirklichen Thatbeständen in keinen befriedigenden Einklang gebracht werden. —

Die Entstehung der Depressionen kann hauptsächlich auf zweifache Art geschehen: entweder entwickelt sich auf einem Gebiete mit ziemlich gleichförmiger Druckvertheilung, welches von zwei oder mehreren Gebieten hohen Luftdruckes begrenzt ist, und sich durch höhere Wärme und Wasserdampf (auch in den höheren Regionen) von der Nachbarschaft unterscheidet, so dass ein Aufsteigen und Abfliessen der Luft in der oben angegebenen Weise bedingt ist, eine barometrische Depression und durch die hinzutretenden Wirkungen der Erdrotation und der Centrifugalkraft ein Wirbel, eine Entstehungsart, die den tropischen Wirbelstürmen eigen ist, oder es bildet sich am Rande einer schon bestehenden Cyclone in dem Bereiche der cyclonalen Luftbewegung ein secundäres Minimum, welches zumeist gewöhnlich durch Ausbuchtung der Isobaren angedeutet ist, dann aber entweder rasch verschwindet, oder sich zur selbstständigen Cyclone auf Kosten des Hauptminimums entwickelt und dieses vollständig überwuchert, ein Vorgang, der in den ektropischen Gegenden der gewöhnlichere ist.

c) Form, Ausdehnung, Höhe und Axe der Cyclonen.

Die tropischen Cyclonen unterscheiden sich von denjenigen unserer Breiten, abgesehen von der Heftigkeit der Luftbewegung, haupt-

sächlich durch den geringeren Umfang und die mehr abgerundete, kreisförmige Form.

Die Form und Ausdehnung der Cyclonen ausserhalb der Wendekreise ist ausserordentlich verschieden. Am meisten vorherrschend ist die elliptische Form. Für die Vereinigten Staaten fand Loomis [131]) als Mittel aus einem 3jährigen Zeitraum das Verhältniss der längeren Axe zur kürzeren = 1,94; dasselbe war grösser als

1,5	in	59 %	aller Fälle
2	„	33 %	„ „
3	„	11 %	„ „
4	„	3 %	„ „

Ebenso fand er aus den Hoffmeyer'schen Karten für 1874/76 als durchschnittliches Verhältniss der Axen für den atlantischen Ocean 1,70; dasselbe war grösser als

1,5	in	54 %	aller Fälle
2	„	17 %	„ „
3	„	1 %	„ „

Mit diesem Resultate stimmt eine Untersuchung, welche ich nach dieser Richtung für Europa anstellte [132]). Ich benutzte hiezu 77 Fälle aus dem Zeitraum von 1876—1880 und fand als Verhältniss der grossen zur kleinen Axe in der kälteren Jahreszeit 1,75, in der wärmeren 1,82, also im Mittel 1,78.

Hiernach würde die Form der Cyclonen über dem atlantischen Ocean sich mehr dem Kreise nähern, in Amerika am meisten von demselben abweichen. Die elliptische Form ist hauptsächlich bedingt durch die Lage der barometrischen Maxima. Liegen zwei Maxima entgegengesetzt zu beiden Seiten einer Cyclone, so wird diese so zu sagen zusammengedrückt und nimmt eine ovale Form an. Ausserdem nimmt der Einfluss der Erdrotation mit der Breite zu, welches auf die Form der Depressionen nicht ohne Wirkung sein dürfte. Aus der ovalen Form der Cyclonen folgt noch nicht, wie Loomis meint, dass die Centrifugalkraft in unseren Breiten fast ganz zurücktreten muss.

Aus demselben Beobachtungsmaterial erhielt Loomis für die Richtung der grossen Axe folgende Werthe, wobei von Nord über Ost nach Süd gezählt wurde:

Für die Vereinigten Staaten:

Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%
0—10°	7	30—40	15	60—70	3	90—100	6	120—130	1	150—160	3
10—20°	8	40—50	10	70—80	7	100—110	4	130—140	3	160—170	3
20—30°	7	50—60	9	80—90	4	110—120	3	140—150	3	170—180	4

Für den atlantischen Ocean:

Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%
0—10°	8	30—40	8	60—70	5	90—100	3	120—130	4	150—160	2
10—20°	7	40—50	9	70—80	6	100—110	5	130—140	6	160—170	2
20—30°	7	50—60	8	80—90	6	110—120	2	140—150	4	170—180	8

Nach meinen Untersuchungen ergaben sich für Europa für die Richtung der grossen Axe folgende Häufigkeitszahlen:

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
Oktober bis März	9	3	11	5	10	1	6	3
April bis September	12	6	15	11	16	2	10	5
Ueberhaupt	21	9	26	16	26	3	16	8

Für die Vereinigten Staaten und Europa ergiebt sich hieraus eine entschieden vorwiegende Richtung der grossen Axe nach Nordost, für den atlantischen Ocean ist die Richtung grösseren Schwankungen unterworfen, jedoch ist die nördliche bis östliche Richtung die häufigste. Diese Thatsache kann nicht zufällig sein, sondern muss einen allgemeinen Grund haben, und dieser Grund dürfte in der ungleichen Entwickelung der Luftströmungen an den verschiedenen Seiten und der damit zusammenhängenden Fortpflanzungsrichtung der Depression, vielleicht auch theilweise in dem mit der geographischen Breite wachsenden Einflusse der Erdrotation zu suchen sein.

Ist das Depressionsgebiet umfangreich und von länglicher Form, so befinden sich in demselben nicht selten zwei Depressionscentren, von denen jedes ein eigenes Windsystem besitzt, wobei indessen beide durch eine neutrale Zone mit schwachen veränderlichen Winden geschieden sind. Gewöhnlich entwickelt sich eines von diesen beiden Depressionscentren auf Kosten des anderen, indem das letztere sich meistens rasch ausfüllt. Auch drei und noch mehrere Depressionscentren kommen in demselben Gebiete niedrigen Luftdruckes vor, gewöhnlich sind diese dann von unbedeutender Tiefe und von schwacher Luftbewegung umgeben, aber für die Witterungserscheinungen oft von sehr hervorragender Bedeutung.

Der Umfang der Cyclonen ist sehr verschieden. Piddington hält die Annahme für zulässig, dass hinsichtlich der Grösse eine vollständige Reihenfolge der Cyclonen existire [133]: „von der Wasserhose, welche ein Wirbelwind wird, wenn sie das Ufer erreicht, zum

Tornado von einigen 10 oder 100 Yards Durchmesser und bis zu den grossen Orcanen des atlantischen und indischen Oceans; und insofern ist dieses gewiss, als wir einerseits nicht sagen können, wie klein wahre Cyclonen sein mögen, da wir sie muthmasslich weniger als 100 Seemeilen und möglicherweise bis zu 50 Seemeilen herab in dem indischen Meer verfolgt haben. Wenn wir andererseits zu den kleineren tornadogleichen Cyclonen unter etwa 50 Seemeilen Durchmesser kommen, so haben wir bis jetzt keinen guten Beweis dafür, dass sie sich unveränderlich in demselben Sinne drehen wie die grösseren Stürme auf derselben Erdhälfte."

„Redfield [134]) schreibt den westatlantischen Orcanen einen Durchmesser von 50 bis 300 und mehr englischen Meilen zu; doch erreichen sie sogar eine Ausdehnung von 1000—1500 Seemeilen, besonders gegen die höheren Breiten hin. Bei allen genauer untersuchten Cyclonen hat man übrigens allmähliche Ausdehnungen und Zusammenziehungen constatirt. Besonders heftig scheinen die kleineren Wirbelstürme zu sein: so die Teifuns, diese fürchterlichen Cyclonen des chinesischen Meeres, denen Piddington einen Durchmesser von 60 oder 80 bis zu 180 oder 240 Seemeilen zuschreibt; und die kleineren Cyclonen der Bai von Bengalen, die er mit den Landtornados vergleicht, welche in tropischen Gegenden, zumal in Bengalen, buchstäblich alles auf ihrer Bahn zerstören, obgleich dieselben nur wenig 1000 Yards breit sind. Auch die atlantischen Orcane sind in Westindien, wo sie am kleinsten sind, ungleich heftiger als in höheren Breiten."

In unseren Breiten ist der Umfang der Cyclonen durchschnittlich viel bedeutender als in den Tropen, so zwar, dass der Durchmesser derselben mit der geographischen Breite wächst. Loomis bemerkt, dass der Durchmesser einer Depression mit einem Windsystem häufig 1600 englische Meilen beträgt, während derjenige mit mehreren Depressionscentren und mehreren Windsystemen oft 6000 englische Meilen erreicht, Depressionsgebiete, die oft eine Zone fast ganz um die Erde zwischen dem 40. und 50. Breitegrade bilden. Speciell in Europa beherrscht nicht selten eine einzige Cyclone mit einem einzigen Centrum die Luftbewegung des ganzen Erdtheils, und greift noch manchmal über denselben hinaus. Andererseits beschränken sich in unseren Breiten ausgeprägte Cyclonen mit heftiger Luftbewegung nur sehr selten auf kleine Distrikte, wie es z. B. bei Gewitterstürmen vorkommen mag.

Die Höhe der Cyclonen schätzt Redfield für den west-

atlantischen Ocean auf durchschnittlich eine englische Meile, indem die den Wirbelsturm und die lose fliegenden Wolken überdeckende Wolkenschicht sich in dieser Höhe ungefähr befinde, aber von dem Orcan nicht merklich berührt werde; daher hält er den Wirbel für eine flache Scheibe, deren Durchmesser die Höhe etwa 200mal übertreffe. Dagegen schätzt Piddington die höchste Höhe der Cyclonen auf 10 Seemeilen.

„Wir halten es für sehr wohl möglich," bemerkt Reye, „dass die an der Erdoberfläche hinsausenden Luftmassen, bevor sie in ihren spiralförmigen Bewegungen dem Centrum nahe genug gekommen sind, um aufzusteigen, manchmal nur eine Höhe von 2000^{m} oder noch weniger haben. Sie wirbeln um die Cyclonenaxe tief unterhalb der grossen Wolkenschicht, die sie ja erst durchbrechen und zugleich erneuern können, wenn sie sich genügend ausgedehnt haben, um unter Verdichtung ihres Wasserdampfes emporzusteigen. Jene Wolkenschicht gehört mit zum Wirbelsturm, aber sie braucht ja desshalb nicht die Bewegung des Sturmwindes unten zu theilen."

Eine Vergleichung der Winde am Mt. Washington mit denen an der Erdoberfläche führte Loomis[135]) zu dem Resultate:

1) dass in der Mehrzahl der Fälle, in welchen eine Depression, begleitet vom gewöhnlichen System circulirender Winde an der Erdoberfläche, über New England hinwegging, dieses System sich nicht über 6000 Fuss Höhe erstreckte;

2) dass bei ungewöhnlich grossen Barometerdepressionen das System kreisender Winde bis zu den grössten Höhen reichte.

So wenig auch diese Angaben genauen Aufschluss über den wirklichen Sachverhalt geben, so sind wir doch zu der Annahme berechtigt, dass bei unsern Wirbeln von nur mässigem Umfange der horizontale Durchmesser die Höhe um viele hundertmal übertrifft.

Die Form der Cyclonen, wie sie an der Erdoberfläche sich zeigt, muss mit zunehmender Höhe sich verändern, da die Luftdruckabnahme mit der Höhe in allen Theilen der Cyclonen nicht dasselbe Verhältniss haben kann. Insbesondere muss auf der Westseite unserer Cyclonen, wo die gewöhnlich kältere Luft aus nördlichen Gegenden zuströmt, der Luftdruck rascher nach oben abnehmen, als auf der Ostseite, welcher die in der Regel wärmere Luft zugeführt wird. Bezeichnen wir der Kürze wegen die Verbindungslinie des Centrums in der Höhe mit demjenigen an der Erdoberfläche mit dem Aus-

drucke Axe [136]) der Cyclone, so wird diese nach der kälteren, gewöhnlich der nördlichen, Seite hinfallen. Ob die Axe vorwärts oder rückwärts zur Bewegungsrichtung der Cyclone gerichtet ist, hängt lediglich von den Temperaturverhältnissen der gesammten Luftmassen auf der Vorder- und Rückseite der Cyclone ab, so dass dieselbe nach rückwärts gelagert ist, wenn die Temperatur auf der Vorderseite höher als auf der Rückseite ist, dagegen bei umgekehrter Temperaturvertheilung nach vorwärts. Das erstere ist für unsere Cyclonen am häufigsten im Sommer der Fall.

Indem ich für eine grosse Anzahl Cyclonen die Luftdruckvertheilung für die Höhe von 2500^m berechnete, erhielt ich das Ergebniss, dass oben das Centrum des Wirbels durchschnittlich nach der linken Seite der Bahn verschoben und die Form der Cyclone weniger ausgeprägt war, als an der Erdoberfläche [137]). Die nachstehenden Figuren (23 u. 24) veranschaulichen nach Köppen [138]) die Druckvertheilung und die Luftbewegung an der Erdoberfläche und in der Höhe, sowie das Zurückliegen des Wirbelcentrums in der Höhe.

Wie schon oben erwähnt, war Dove mit Redfield der Ansicht, dass der Sturmcylinder wegen des Reibungswiderstandes sich nach vorwärts (in der Richtung des Fortschreitens) vorneigen müsse, wesshalb das Barometer vor Ausbruch des Sturmes fallen, und diesen im Voraus anzeigen müsse; aus der Mischung der unteren warmen mit den oberen kalten Luftmassen bei der Rotation folgerte Dove die heftigen Niederschläge, welche die Cyclonen begleiten.

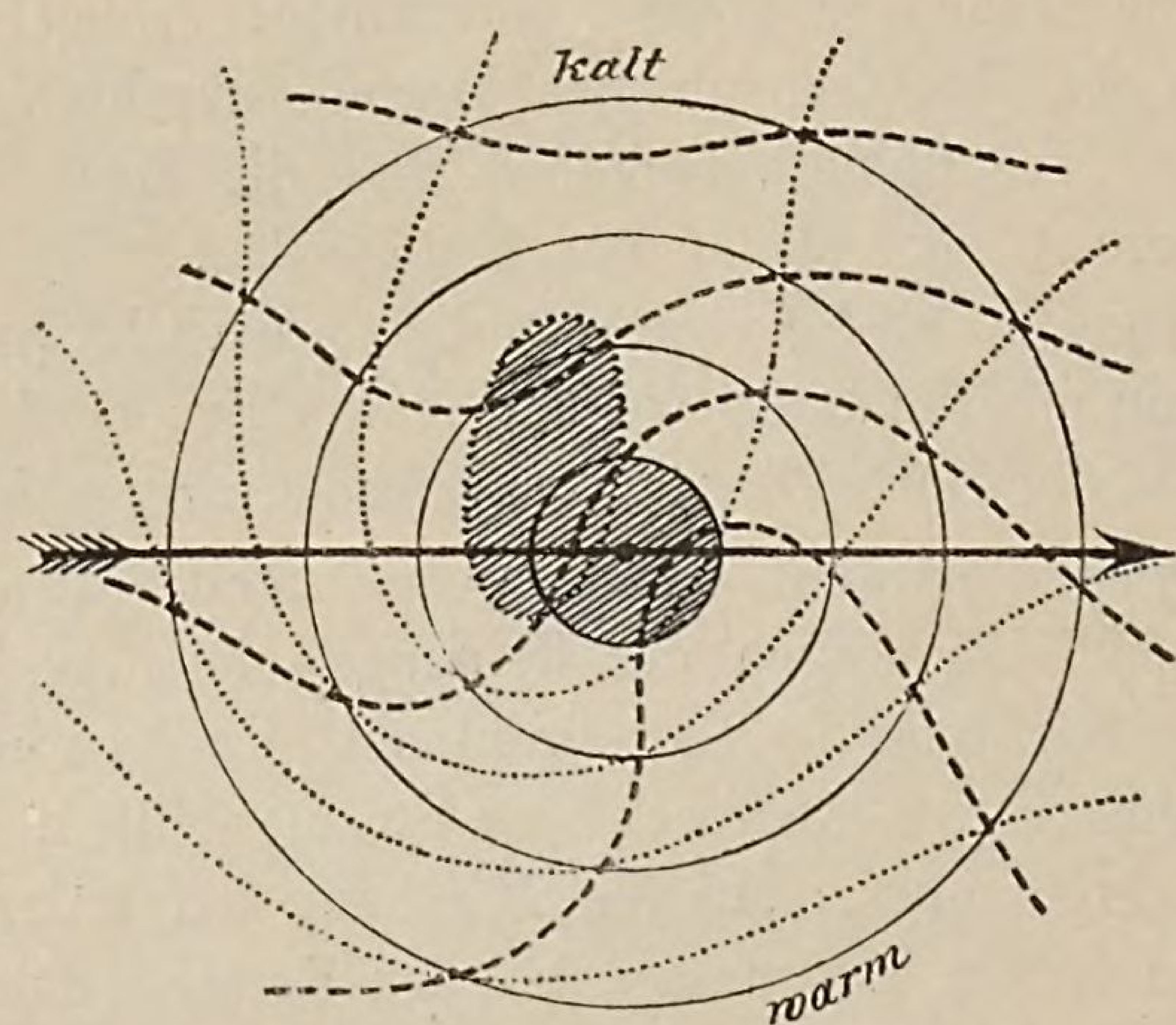
Aus den Bewegungen der Cirruswolken über der Cyclone zog Clement Ley [139]) den Schluss, dass die Lage der Axe für die britischen Inseln in der Höhe rückwärts geneigt sei, dagegen glaubt Hildebrandsson ebenfalls aus Cirrus-Beobachtungen die Lage der Axe nach vorwärts für Schweden als die gewöhnlich stattfindende bezeichnen zu dürfen. —

d) Luftbewegung in den Cyclonen.

Die Luftbewegung innerhalb der Cyclone an der Erdoberfläche ist hauptsächlich abhängig von der Luftdruckvertheilung in den unteren Schichten der Atmosphäre. Während der Luftdruck in den tropischen Stürmen anscheinend eine fast concentrische Anordnung um das Minimum zeigt, und dementsprechend die Winde in fast gleichmässiger Stärke und nahezu kreisförmig das Centrum umwehen,

ist derselbe in unseren Breiten in den allermeisten Fällen sehr ungleich um das Barometer-Minimum vertheilt und daher zeigen die Windverhältnisse in unseren Cyclonen so ausserordentliche Verschiedenheiten. Clement Ley [140]) bestimmte bei 500 Depressionen die Position der steilsten Gradienten (grössten Luftdruckdifferenzen) in Bezug auf die Depressionscentren, welche in dem Zeitraume vom 10. Februar 1869 bis 31. August 1873 über West- und Nord-Europa hinweggingen und kam zu folgendem Ergebnisse:

	N—NE	NE—E	E—SE	SE—S	S—SW	SW—W	W—NW	NW—N
Zahl	13	7	21	221	160	42	25	11



———— Isobare im Meeresniveau
............ Isobaren im mittleren Niveau der Cirrus-Wolken
- - - - - Isothermen.

Fig. 23.

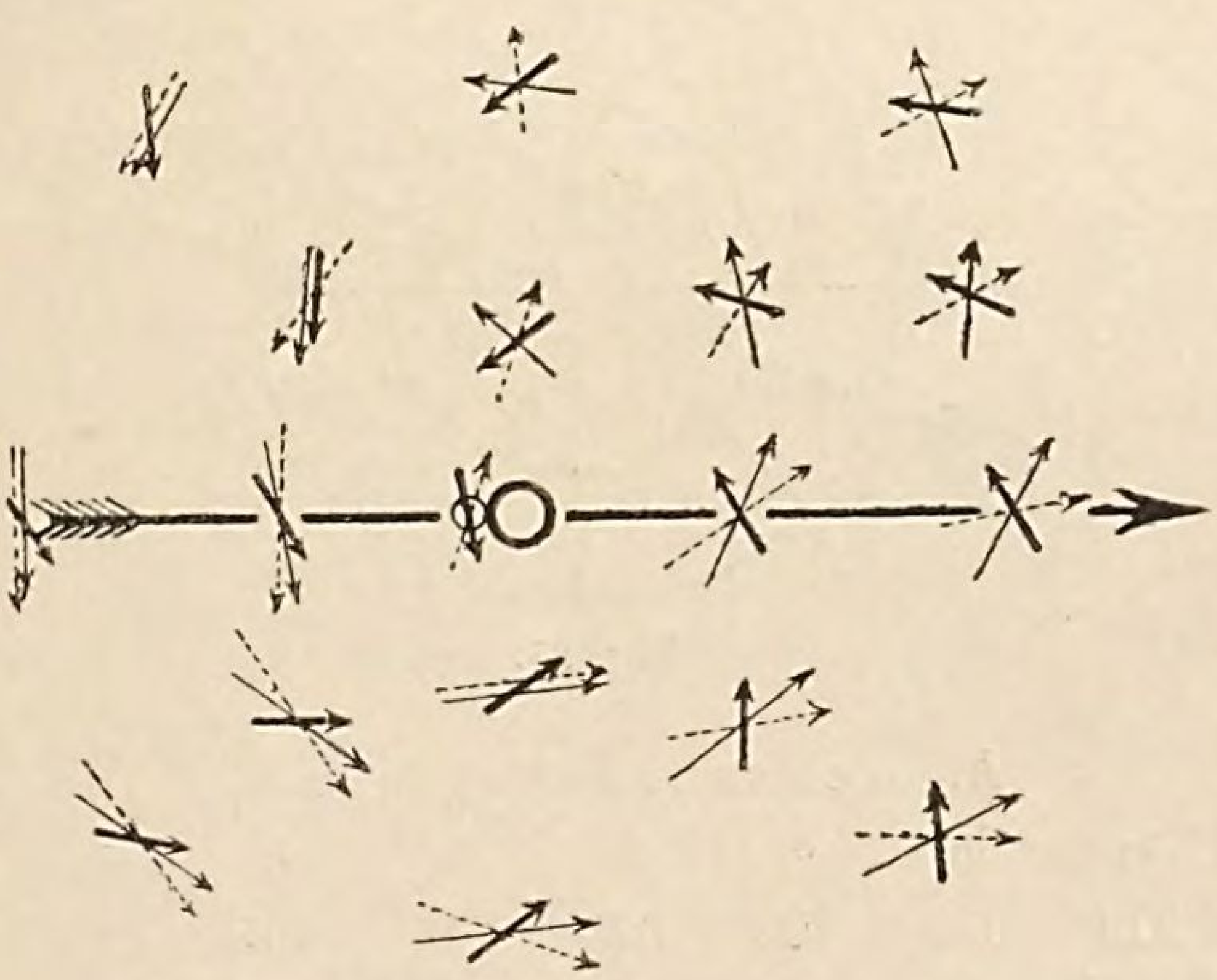
Hiernach entfallen mehr als 80 % der steilsten Gradienten auf die Südseite der Cyclonen für West- und Nord-Europa. Für die britischen Inseln allein kommen die steilsten Gradienten in dem südöstlichen und südsüdöstlichen Segmente noch häufiger vor als in der Tabelle, in Dänemark überwiegt die Zahl der Fälle in dem südlichen und südsüdwestlichen Segmente, in den Vereinigten Staaten und in Russland scheint nach anderen Untersuchungen der steilste Gradient häufiger auf der Westseite der Depression sich zu befinden, als in Europa.

Von den obigen 500 Fällen benutzte Clement Ley 250 zur Bestimmung der Häufigkeit des Vorkommens der geringsten Gra-

dienten in den verschiedenen Segmenten der Cyclonen und erhielt folgendes Resultat:

	N—NE	NE—E	E—SE	SE—S	S—SW	SW—W	W—NW	NW—N
Zahl	106	12	13	3	8	2	7	99

Hiernach gehen die Isobaren am weitesten auseinander im Nordwest- bis Nordost-Segment, am dichtgedrängtesten sind sie im Südost- bis Südwest-Segment, so dass das Maximum dieser Contraste nach Nordnordost und Südsüdost fällt. Hieraus folgt unmittelbar, dass die Winde mit westlicher Componente in der Regel die stärksten, diejenigen mit östlicher Componente durchschnittlich die schwächsten sind, was auch mit den Beobachtungen im vollständigen Einklange steht.



Richtung des Unterwindes
„ des Zuges der unteren Wolken
„ des Zuges der Cirri
Windstille in der betr Schicht.

Fig. 24.

Für die Kenntniss unserer Cyclonen, auch im Interesse der ausübenden Witterungskunde, insbesondere der Localprognose, ist es nicht unwichtig, die Luftbewegung an der Erdoberfläche und in der Höhe und das Verhältniss derselben näher zu betrachten, indem wir so einige Anhaltspunkte für die Fortpflanzung der Depressionen gewinnen können.

Für den östlichen Theil der Vereinigten Staaten fand Loomis [141]) für die Abweichung der Windrichtung von der Tangente an die Isobaren (nach dem Innern der Cyclone):

Richtung der Tangente	N	E	S	W	Mittel
Winkel des Windes mit Tangente	59°	47½	32	49½	47°.

Indem Clement Ley [142]) die nahezu kreisförmigen Depressionen in Betracht zog und alle Depressionen der kälteren Jahreszeit ausschloss, deren Radius kleiner als 90 Seemeilen war (indem sehr locale, selbst tiefe Depressionen, ihren Wirkungskreis nur auf die unteren Luftschichten beschränken), und die Depressions-Area in äussere (a_1 b_1 etc.) und innere (a_2 b_2 etc.) Segmente schied, erhielt er folgende Beziehung zwischen der Richtung des Unterwindes zu derjenigen des Radius (der Winkel ist 0, wenn die Windrichtung direkt nach dem Centrum, 180 wenn sie direkt aus dem Centrum geht, der grosse Pfeil in der Figur giebt die Fortpflanzungsrichtung der Depression):

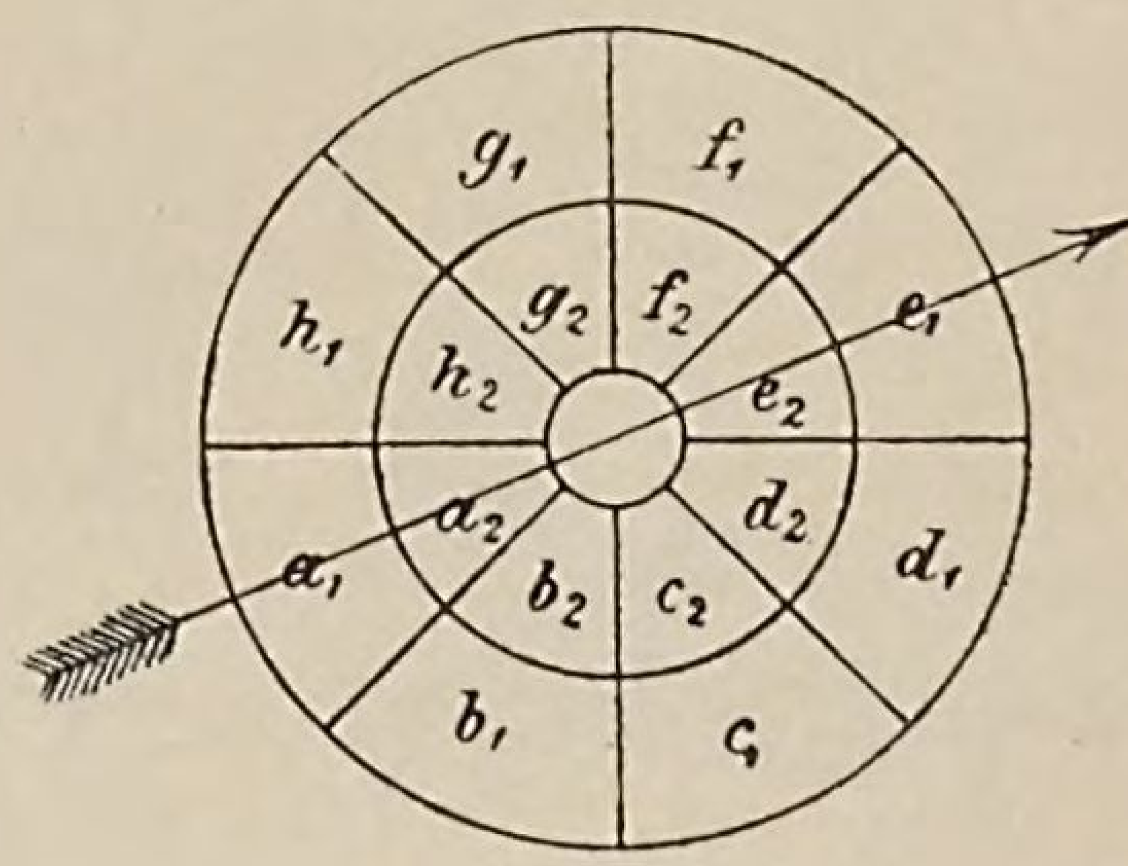


Fig. 25.

A. Aeussere Segmente:

	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	h_1	Summe und Mittel
Zahl der Fälle	279	378	803	675	511	407	198	196	3445
Mittlerer Winkel	79°	76	66	54	48	52	62	80°	64,6.

B. Innere Segmente:

	a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2	h_2	
Zahl der Fälle	250	402	629	454	426	391	195	204	2951
Mittlerer Winkel	77°	74	64	55	58	53	65	81°	65,9

Hieraus geht hervor, dass die mittlere Richtung des Unterwindes auf der Rückseite der Cyclone nahezu senkrecht zum Radius steht (oder der Wind parallel den Isobaren weht), dagegen auf der Vorderseite die Luft ein grösseres Einströmen zeigt, ein Resultat, welches mit dem von Loomis für die Vereinigten Staaten erhaltenen in direktem Widerspruche steht.

Früher hatte Ley gefunden [143]), dass der Winkel, welchen die Windrichtungen an der Erdoberfläche mit den Isobaren einschliessen, im Mittel 21° betrug und dass derselbe an den Inlandstationen (wegen der Reibung) grösser sei, als an frei situirten Küstenpunkten *).

*) Eine Thatsache, worauf schon Ferrel früher aufmerksam gemacht hatte. Ferrel und später Guldberg und Mohn wiesen theoretisch nach, dass die

Zu Brest, Scilly, Yarmouth, Pembroke und Holyhead betrug dieser Winkel nur 13°, zu London, Nottingham, Oxford, Brüssel und Paris dagegen durchschnittlich 29°. Als Mittelwerthe fand er: Südwest 20°, Südost 35°, Nordost 18°, Nordwest 9°.

J. A. Broun[144]) verglich mit dem jährlichen mittleren Verlauf der Isobaren für Greenwich, Dublin und Makerstoun in den Jahren 1842 bis 1849 die beobachteten mittleren Windrichtungen. Hieraus ergab sich, dass der Wind unter einem Winkel von 20° einwärts zur Isobare geneigt ist.

Nach einer von der von Clement Ley angewandten etwas abweichenden Methode fand Hoffmeyer [145]) für Dänemark folgende Beziehungen:

Richtung der Tangente	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Winkel der Windricht. mit der Tangente	12½°	15½	22½	29	29½	24½	18½	14½	21°

Dieses Resultat stimmt mit demjenigen von Clement Ley überein, nur dass die Südostwinde nur einen doppelt so grossen Winkel mit der Tangente bilden, als die Nordwestwinde.

Hoffmeyer macht darauf aufmerksam, dass der Unterschied der Abweichungen der südöstlichen und nordwestlichen Winde darin zu suchen sei, dass jene längere Zeit über dem Lande und diese längere Zeit über dem Meere verweilen. Dieser Behauptung dient das vorhin erwähnte, von Loomis für den östlichen Theil Nordamerikas erhaltene Resultat zur Stütze, indem hier die Nord- und Nordwestwinde Landwinde, dagegen die Süd- und Südostwinde Seewinde sind. Diese Ansicht Hoffmeyer's fand Spindler auch für die Gebiete hohen Luftdruckes bestätigt, so dass er zu dem allgemeinen Schlusse kam: „Continentalwinde folgen mehr der Richtung der Gradienten als der Richtung der Isobaren".

Anlehnend an die Untersuchungen von Loomis, Ley und Sprung untersuchte Spindler [146]) die Abhängigkeit der Stärke des Windes von der Grösse und Richtung des Gradienten an den Küsten der Ostsee (für Libau). Indem er die Windstärken nach 3 Gruppen unterschied, nämlich unter 10^m, $11-17^m$ und 18^m und darüber Geschwindigkeit (Meter pro Sekunde), erhielt er für jede Gruppe (es bedeuten g = Gradient, Millimeter pro Meridiangrad, α = Winkel zwischen Gradient und Windrichtung, v = Windgeschwindigkeit, Meter pro Sekunde):

Grösse des Ablenkungswinkels von der geographischen Breite und der Reibung der Luft an der Erdoberfläche derart abhängt, dass bei geringerer Breite und grösserer Reibung dieser Winkel abnimmt.

a) für Winde bis zu 10^m Geschwindigkeit:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Zahl der Fälle	24	15	21	43	35	54	33	18
g	1,4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	$1,5^{mm}$
v	6,8	7,6	6,4	7,5	7,5	6,9	7,3	$7,3^m$
v : g	5,0	4,4	4,1	4,9	4,7	4,5	4,5	4,9
α	82	74	48	35	56	65	72	81°

b) für Winde von $11-17^m$ Geschwindigkeit:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Zahl der Fälle	25	75	5	13	15	47	25	9
g	1,5	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	$1,8^{mm}$
v	13,2	14,0	13,4	13,0	13,4	13,6	13,1	$12,3^m$
v : g	8,7	6,6	6,3	6,1	6,6	6,7	6,8	6,8
α	78	78	63	36	50	63	75	87°

c) für Winde über 18^m Geschwindigkeit:

	NE	SW	SW	NW
g	2,7	2,8	2,6	$2,4^{mm}$
v	22,4	20,7	21,2	$21,9^m$

	NE	SE	SW	NW
v : g	8,4	7,5	8,2	9,1
α	70	53	69	78°

Mittelwerthe:

	g	v	v : g	α
a	$1,54^{mm}$	7,2°	4,6	61°
b	$1,99^{mm}$	13,3°	6,7	64°
c	$2,56^{mm}$	21,4°	8,3	70°

Allgemeines Mittel:

v : g = 6,8

α = 65°

Der Ablenkungswinkel hat hiernach den grössten Werth für die Nordwestwinde, den kleinsten für die Südostwinde. Dabei wird mit Zunahme der Windgeschwindigkeit der Ablenkungswinkel grösser.

Um das Verhalten der Cyclonen und Anticyclonen zu studiren, unterschied Hildebrandsson [147]) für diese je 5 Zonen nach untenstehendem Schema: C_1 = Barometer unter 745^{mm}, C_2 = 745—755, C_3 = 755—760, A_1 = 760—765, A_2 = über 765^{mm}. Je nach den 8 Richtungen der Gradienten wurde jede Zone in 8 Regionen getheilt, so dass also, wenn wir noch den inneren Raum des Minimums (C_0) und des Maximums (A_0), sowie die Zone zwischen dem Maximum und Minimum (M) hinzurechnen, im Ganzen 43 Regionen entstehen.

Das Material der Untersuchung bildeten die Hoffmeyer'schen Karten vom September 1873 bis September 1876, Manuscriptkarten des Dänischen Institutes von 1868 und der ersten Hälfte 1869 und die Karten des Schwedischen Institutes von 1877. Für den Winkel α zwischen Windrichtung und Gradienten ergaben sich folgende Werthe für Upsala:

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
Kältere Jahreszeit	43° 12′	47° 13′	46° 30′	47° 18′	38° 28′
Wärmere „	46° 10′	56° 8′	59° 36′	54° 50′	58° 34′
Jahr	44° 41′	51° 55′	53° 3′	51° 4′	48° 31′

Obgleich diese Mittelwerthe sich auf eine nur verhältnissmässig kurze Zeit beziehen, so geht daraus doch bestimmt hervor, dass der Winkel α in der wärmeren Jahreszeit grösser ist, als in der kälteren, entsprechend dem grösseren vertikalen Luftaustausche im Sommer.

Für die 3 frei gelegenen Stationen Wäderöbod im Kattegat, Utklippan südlich von Carlskrona und Sandön im nördlichen Gothland, fand Hildebrandsson folgende Mittelwerthe:

C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
70° 71′	69° 11′	69° 19′	66° 38′	63° 47′

In den Regionen C_1, C_2, C_3 ist α grösser als in A_1 und A_2, jedoch ist eine entschiedene Aenderung mit der Entfernung vom Centrum nicht zu erkennen.

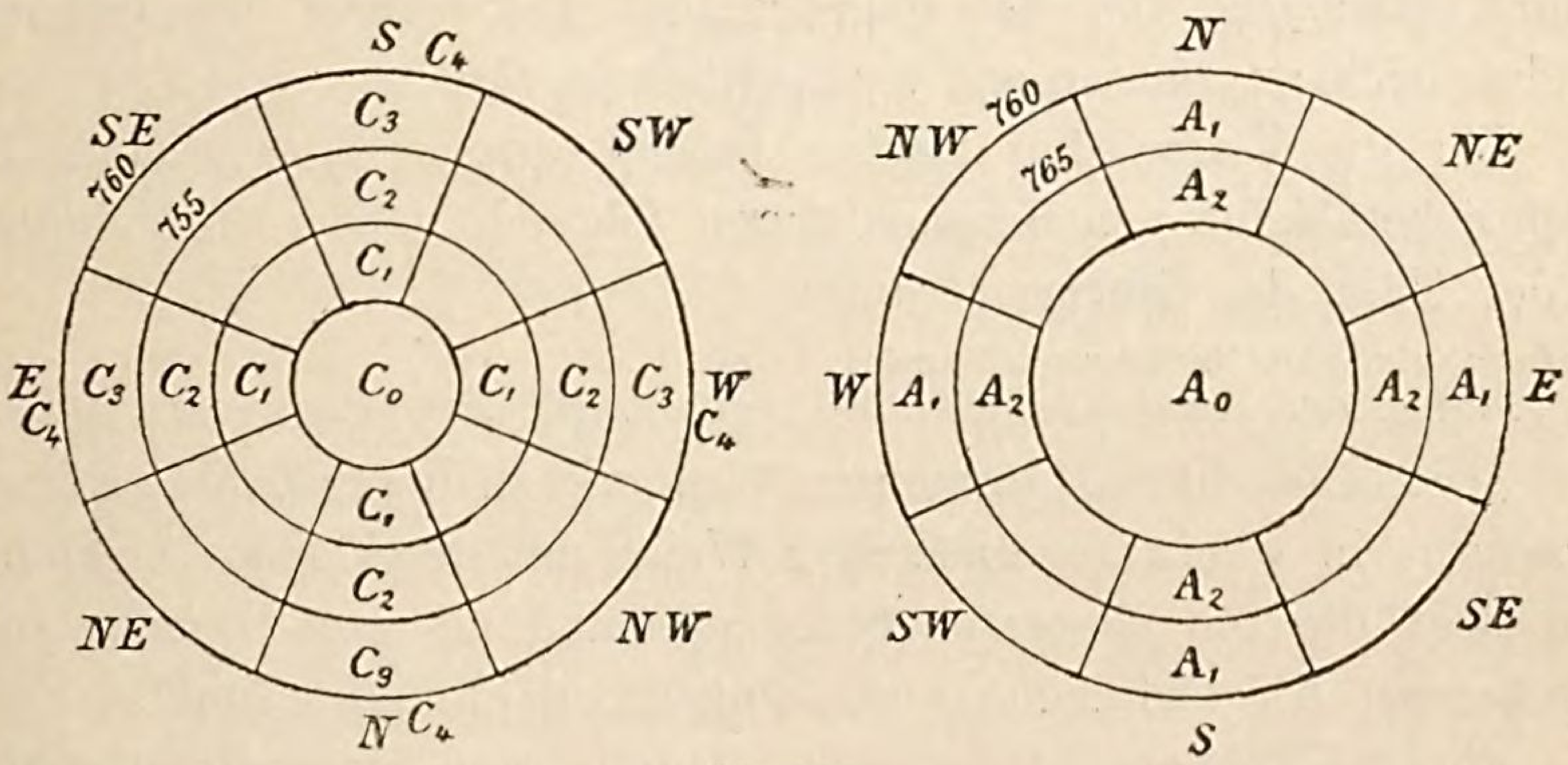


Fig. 26.

Für die oben genannten Stationen ergaben sich für die verschiedenen Richtungen der Gradienten folgende Werthe:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
64° 26′	66° 33′	77° 9′	73° 45′	66° 14′	61° 20′	61° 11′	70° 54′

Uebereinstimmend mit Clement Ley für England, Hoffmeyer für Dänemark und Spindler für Libau, ergiebt sich aus diesen Zahlen der kleinste Werth für α auf der Vorderseite der Depression, der grösste auf der Rückseite. Obgleich die von Hildebrandsson herangezogenen Stationen zu dem Festlande eine sehr verschiedene Lage zeigen, so ist ihr Verhalten bezüglich des Winkels α auf Vorder- und Rückseite doch fast vollkommen gleich, woraus Hildebrandsson den Schluss zieht, dass noch andere Ursachen hier mitwirken müssten. Hildebrandsson schliesst sich der Ansicht von Clement Ley und Köppen an, wonach die Verhältnisse in Europa die normalen sind, weil die Winde auf der Vorderseite eines Wirbels die entstehenden, beschleunigten, die auf der

Rückseite die erlöschenden, verzögerten, sind, woraus dann nothwendig folgt, dass der Winkel α (an der Oberfläche der Erde) auf der Vorderseite kleiner sein muss, als auf der Rückseite.

Nach der Methode von Hildebrandsson erhielt Krankenhagen[148]) für Swinemünde und den Zeitraum vom 16. Februar 1876 bis zum 31. Dezember 1883 folgende Mittelwerthe für den Winkel α:

Gradient	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	Fälle
Cyclone	73	64	75	80	64	66	63	68	68	1154
Anticyclone	73	63	73	74	63	64	48	48	63	836

Sommer: Cyclone = 69 Winter: Cyclone = 67
„ Anticyclone = 65 „ Anticyclone = 62

Auch diese Zahlen stehen mit den vorhergehenden im Einklang.

Die Windgeschwindigkeit in den Cyclonen ist, wie bereits erwähnt, abhängig von der gegenseitigen Entfernung der Isobaren, so dass sich aus dieser auf jene schliessen lässt.

Für die Vereinigten Staaten fand Loomis[149]) aus einer beträchtlichen Reihe von Beobachtungen folgende mittlere Beziehungen in der Nähe des Sturmcentrums:

Windgeschwindigkeit in Miles per Stunde:	10	15	20	25	30	35
Gradient engl. Zolle auf 100 Miles 0,.	086	.096	.105	.105	.124	.152

„Die beobachteten Gradienten," bemerkt zu diesen Zahlen Ferrel, „wachsen in wenig regelmässiger Weise mit der Windgeschwindigkeit, weil die von abnormen Störungen und anderen Ursachen sich ergebenden Abweichungen nicht vollständig eliminirt sind".

Für die Stationen Greenwich, Dublin und Makerstoun ergiebt sich nach Broun[150]) für den Zeitraum von 1843—1846 (Winddruck engl. Pfund auf 1 engl. Quadratfuss und Gradient engl. Zoll für 100 Miles):

	Dec.	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Winddruck 0,..	.26	.62	.19	.25	.22	.13	.23	.24	.17	.07	.33	.31	.23
Gradient 0,...	.040	.074	.035	.035	.028	.016	.036	.046	.010	.017	.057	.054	.036

Clement Ley[151]) kam durch Untersuchung 5jähriger Beobachtungen zu dem Resultate, dass die mittlere Geschwindigkeit, die einem bestimmten mittleren Gradienten entspricht, im Sommer merklich höher ist, als im Winter (Gradient in Tausendtheilen eines engl. Zolles auf 15 Seemeilen, entsprechend ebenso vielen Millimetern auf 60 Seemeilen oder einen Grad; Windgeschwindigkeit Miles pro Stunde):

	Gradient		6	9	12	15	18	21	24	27	30
Stonyhorst	Windgeschwindigkeit:	Winter	3,2	4,6	6,0	10,3	12,0	13,1	25,9	21,3	24,1
	„ „	Sommer	5,7	7,3	11,1	14,8	16,3	18,9	21,0	—	—
Kew	„ „	Winter	3,9	5,2	7,6	11,2	13,9	15,2	18,0	21,9	25,4
	„ „	Sommer	6,4	8,7	11,2	14,2	16,7	18,1	21,0	—	—

Später untersuchte Ley auf Grund dreijähriger Beobachtungen (1874—1876) die Stärke der nördlichen bis östlichen Winde, gegen-

über den südlichen und westlichen bei gleichen Gradienten für 5 englische Stationen und erhielt folgendes Resultat[152]):

Gradient wie oben			6	9	12	15	18
Stonyhorst	Winde SSE—NW	Windgeschwind. Miles pro Stunde	4,31	3,90	7,79	11,99	13,03
"	" NNW—SE	" " " "	5,53	6,82	9,63	13,97	15,29
Kew	" SSE—NW	" " " "	4,14	8,41	8,37	11,21	13,56
"	" NNW—SE	" " " "	6,88	8,63	10,93	14,27	16,98

Gradient			1—5	5—10	10—15	15—20	20—25
Nottingham	Aequatorial-Wind	geschätzte Windstärke	0,43	1,88	2,99	3,64	4,41
"	Polar- "	" "	1,06	2,26	4,06	4,61	5,35
London	Aequatorial "	" "	0,91	1,45	2,24	3,01	3,64
"	Polar- "	" "	1,31	2,00	2,93	4,18	4,85
Scilly	Aequatorial- "	" "	2,42	4,24	5,45	6,40	—
	Polar- "	" "	2,49	4,86	5,68	6,49	—

An allen Stationen tritt die grössere Intensität der nördlichen und östlichen Winde ganz entschieden hervor. Diese Beziehung hatte Sprung[153]) für die deutschen Küstenstationen folgendermaassen gefunden (1877—1878):

Gradient	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
N über E nach SE Windgeschw. M. p. Sec.	3,3	4,4	5,5	6,3	7,0	7,7	8,6	9,3	—	—	—
N " W " NW " " " "	2,7	3,8	4,8	5,7	6,4	7,1	8,0	9,8	9,2	9,6	10,0

Dass denselben Gradienten im Winter eine kleinere Windgeschwindigkeit entspricht als in den übrigen Jahreszeiten, geht aus der folgenden Tabelle von Sprung hervor:

Gradient	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4
Frühling Windgeschw. M. p. Sec.	3,5	4,5	5,4	6,2	6,9	7,6	8,2	8,8	9,3	9,9	—	—	—
Sommer " " " "	3,4	4,5	5,4	6,3	7,1	7,8	8,5	9,1	—	—	—	—	—
Herbst " " " "	2,9	3,9	4,9	5,8	6,7	7,9	8,8	9,4	9,8	10,3	10,8	—	—
Winter " " " "	2,6	3,5	4,7	5,7	6,2	6,8	7,5	8,1	8,8	9,3	9,8	10,2	10,4

Die Windgeschwindigkeit findet Sprung nicht einfach dem Gradienten proportional, sondern entsprechend der Funktion (g = Gradient):

$$w = -2,70 + 6,37\,g - 0,63\,g^2.$$

Für Wäderöbod und Sandön erhielt Hildebrandsson folgende mittlere Windstärken (Skala Beaufort, vgl. Figur S. 26):

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	Mittel
N	7,2	5,7	5,4	5,1	4,5	5,6
NE	5,5	5,6	5,5	4,2	4,2	5,0
E	6,2	5,9	5,0	4,4	4,5	5,2
SE	6,5	6,0	5,0	5,1	4,4	5,4
S	5,8	5,1	4,2	5,3	5,4	5,2
SW	5,2	4,2	3,6	3,7	3,7	4,1
W	5,2	4,0	3,6	3,5	2,5	3,8
NW	7,1	6,0	5,0	4,5	4,2	5,4
Mittel	6,1	5,3	4,7	4,5	4,4	—

$C_0 = 2,6$ $M = 2,6$ $A_0 = 2,4$

Hiernach ist die Windstärke am kleinsten im centralen Raum des Minimums und Maximums und zwischen zwei Minima. Vom Innern

des Maximums wächst die Windstärke beständig nach dem Minimum hin und erhält ihren grössten Werth in der Nähe des windstillen Centrums. Die Winde sind am stärksten, wenn der Gradient nach Nord, am schwächsten, wenn derselbe nach West oder Südwest gerichtet ist.

Durchweg kleiner sind die Zahlen, welche Krankenhagen für Swineminde erhielt:

	Sommer					Winter					
	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2
N	4,0	3,5	3,1	2,2	2,1	5,7	4,1	4,5	3,2	2,9	2,4
NE	3,7	3,1	3,4	2,5	2,1	—	3,8	3,9	3,6	3,2	2,7
W	3,7	2,7	—	2,6	2,2	—	3,6	3,1	—	2,6	2,2
NW	4,2	3,1	2,6	1,5	—	4,5	4,1	3,3	3,2	2,3	1,9
Mittel der 8 Gradienten	3,8	3,2	3,3	2,5	2,4	5,1	4,1	3,6	3,4	2,8	2,4

Um einen Ueberblick über die Gesammtluftbewegung in einer Cyclone uns zu verschaffen, wie es für unsere Zwecke von grosser Wichtigkeit ist, wollen wir im Anschluss an die vorigen Darlegungen die Strömungsverhältnisse der oberen Luftschichten, welche aus dem Zuge der Cirrus-Wolken erkennbar ist, näher betrachten.

Aus den Beobachtungen von Makerstoun erhielt Broun (vergl. oben Seite 232) als resultirende Richtung der Cirri verglichen mit der Richtung des Unterwindes (+ bedeutet Abweichung des Cirruszuges nach rechts):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr.
+ 59	+ 38	+ 36	+ 57	− 32	− 94	+ 30	+ 39	+ 20	+ 30	+ 39	+ 25	+ 34°

Hiernach liegt die Richtung der Cirruswolken stets rechts von der Richtung des Unterwindes, ausser im April und Mai, wo nach Broun Ost- und Nordostwinde vorherrschen. Leitet man die mittlere Windrichtung für die Zeit ab, worauf sich die Wolkenbeobachtungen beziehen (6^h a. m.—6^h p. m.), so wird die obige Differenz im Jahresmittel + 29°, eine Differenz, welche um 5° grösser ist, als die für Brüssel von Quetelet gefundene (1842—46). Bei Weglassung des sehr abweichenden Jahres 1842 ergiebt sich als Differenz 27°, also ist das Mittel etwa 28°.

Die gleichzeitigen Beobachtungen von Windrichtung und Wolkenzug zu Makerstoun (1843—46) ergeben:

	Zahl der Beobachtungen	Procente derselben +	−	0	Mittl. Diff.
1) Cirrus-Wind	359	77	18	5	+ 29,6°
2) Cirro-stratus-Wind	754	79	18	3	+ 22,8
3) Cumulus „	1434	79	17	4	+ 14,5
4) Cirro-cumulus „	339	67	25	8	+ 13,7
5) Cirro-stratus-Cumulus-Wind	683	57	30	13	+ 6,9

Der mittlere Cirruszug stimmt hiernach ganz gut mit dem oben gefundenen überein. Aus 1) bis 3) ergiebt sich als Mittel

+ 19,1 mit Berücksichtigung der Zahl der Beobachtungen, und + 22,3, wenn allen dasselbe Gewicht beigelegt wird. Das Maximum der Geschwindigkeit liegt nach Broun nicht über 5000 Fuss, von dort aus nimmt die Geschwindigkeit sowohl aufwärts als abwärts ab, so dass die Bewegung etwas über der mittleren Cirrushöhe sich verlangsamt, und an der Erdoberfläche noch $^1/_3$ des Maximums beträgt.

Als mittlere Differenz glaubt Broun nahezu + 20^0 annehmen zu dürfen, und da, wie oben bemerkt, die Ablenkung des Windes von der Richtung der Isobaren ebenfalls 20^0 betrug, so ergiebt sich der Satz:

„Die mittlere Richtung der Isobaren und die mittlere Richtung der bewegten Luftmassen sind nahezu dieselben.“

Bedeutend grösser sind die Richtungsunterschiede, zu welchen Cl. Ley durch seine Untersuchungen über die oberen Luftströmungen gelangte (wegen der angewandten Bezeichnungen siehe Seite 228). Die Differenz der Winkel bedeutet den Unterschied in der Richtung der oberen und unteren Strömung:

Aeussere Segmente:

	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	h_1	Summe und Mittel
Zahl der Fälle	81	109	328	290	226	173	51	43	1391
Mittlerer Winkel	96	101	124	146	152	163	− 5	99	109,5^0
Differenz der Winkel	+ 17	+ 25	+ 58	+ 92	+ 104	+ 111	− 67	+ 19	+ 44,9^0

Innere Segmente:

	a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2	h_2	
Zahl der Fälle	83	142	135	141	94	104	58	46	803
Mittlerer Winkel	90	51	73	102	135	130	172	106	107,4^0
Differenz der Winkel	+ 13	− 23	+ 9	+ 47	+ 77	+ 77	+ 107	+ 25	+ 41,3^0

Hiernach ist der mittlere Winkel der oberen Strömungsrichtung mit den Isobaren nach aussen hin nahezu gleich mit demjenigen, den die Richtung des Unterwindes mit den Isobaren nach innen hin bildet.

Auf der Rückseite der Depression fallen Oberwind und Unterwind der Richtung nach nahezu zusammen.

Auf der Vorderseite der Cyclone dagegen findet an der Erdoberfläche das grösste Zuströmen der Luft statt, aber in der Höhe das grösste Wegströmen vom Centrum. Daher ist die Strömung auf der Rückseite die überwiegende, die auf der Vorderseite hat die geringere Tiefe. „Die Majorität unserer Depressionen zieht gegen einen Punkt nach Nord und Ost, und so weit ich im Stande bin, zu berechnen, ist die mittlere Höhe der Südostwinde nicht halb so gross, wie die der Nordwestwinde, selbst vorausgesetzt, dass diese

sich nicht über die Cirrusregion hinaus erstrecken. . . . Der Contrast zwischen den oberen Strömungen zur Rechten und denen zur Linken der Trajectorie ist ebenso bemerkenswerth, wie bei den anderen Strömungen zwischen der Rückseite und der Front der Depression und ist sehr constant und wachsend in seinem allgemeinen Charakter.

Die oberen Strömungen in dem Segmente g_1 sind variabler als in irgend einem anderen. Ich habe mir alle Mühe gegeben, die Aenderungen in den oberen Strömungen zu bestimmen, welche beobachtet wurden, wenn der Beobachter sich auf der linken Seite einer Depression befindet. In diesem Segment gehen die oberen Strömungen, welche kurz vorher mit der Bahnrichtung der Depression zusammenfielen, regelmässig in die entgegengesetzte Richtung über, nachdem sie kurz zuvor sehr langsam geworden sind. In dem Intervall sind die Cirruswolken, wenn sichtbar, was selten der Fall, zuweilen stationär, zuweilen bewegen sie sich vom Centrum weg, zuweilen gegen das Centrum hin; diese 3 Fälle sind nahezu gleich häufig, doch scheinen Calmen und Bewegungen gegen das Centrum vorwiegend zu sein. Eine beträchtliche Majorität unserer Depressionen hat ein Barometermaximum zur Rechten ihres Weges und diese kann überhaupt betrachtet werden als Begleiter von grösseren Depressionen zu ihrer Linken; dieses mag den Contrast erklären zwischen den oberen Strömungen auf der rechten und linken Seite.

Was das Centrum betrifft, so sind die oberen Ströme, wenn sie zur Beobachtung gelangen, ganz oder doch nahezu übereinstimmend mit der Richtung des Unterwindes, welcher eben geherrscht hat. So beobachtet man bei einer Depression, die nach Nord geht, die obere Strömung über dem Frontsegment zuerst aus Südwest; sowie das Centrum herannaht, geht sie nach Süd zurück und nach Südost und Ost, wenn das Centrum vorübergeht. Wenn die Depression nach Ost wandert, geht die obere Strömung nach Südwest zurück und dann erst nach Süd, wenn das Centrum passirt.

Wenn wir annehmen, dass die Schicht der Cirrusregion nicht sehr in der Höhe variirt, und das Gesetz, nach welchem die Luftströmungen und die Luftdruckvertheilung zusammenhängen, nicht ein wesentlich anderes ist, als an der Erdoberfläche, so kann man die Luftdruckvertheilung in jener Region sich annähernd construiren. Die Isobaren der Cirrusregion scheinen anzudeuten, dass die Axe der cyclonischen Circulation geneigt ist, so dass die centrale Calme an der Erdoberfläche früher an einem Orte eintritt, als in den

höheren Regionen über diesem Orte (vgl. oben Seite 224). Die Isobaren der oberen Strömungen scheinen anzudeuten, dass über der Front eines cyclonischen Systems, über dem Segment also, wo gewöhnlich die grösste Wasserdampfcondensation stattfindet, ein Rücken, oder ein Wellenberg höheren Luftdruckes in der Cirrusregion existirt. . . . Die Zahl der Fälle stationärer Depressionen über den Districten, von denen die meisten und besten Cirrusbeobachtungen erhalten werden konnten, ist sehr gering, und ich kann blos die Meinung ausdrücken, dass die oberen Strömungen in diesen Depressionen mit den von Hildebrandsson aufgestellten Sätzen sehr nahe übereinstimmen. Wenn diese Ansichten richtig sind, so streben die unteren Strömungen in logarithmischen Spiralen gegen die Centren solcher Depressionen, und die oberen Strömungen in eben solchen Curven vom Centrum weg und die Bewegung ist auf allen Seiten der Strömung gleichförmig“ [154]).

Umfassende Beobachtungen und Untersuchungen über obere Luftströmungen in Beziehung auf Cyclonen und Anticyclonen wurden von Hildebrandsson [155]) angestellt. Für den Zeitraum 1873—76 (8^h a. m. + 5^h p. m.) für Upsala erhielt er folgende Abweichungen des Zuges der unteren Wolken von der Richtung des Unterwindes (in Strich = $11\frac{1}{4}{}^0$).

Barometer in mm.	Anzahl der Beobacht.	Entgegen.	Abweichung nach links					Parallel	Abweichung nach rechts				
			10 Str.	8 Str.	6 Str.	4 Str.	2 Str.		2 Str.	4 Str.	6 Str.	8 Str.	10 Str.
745 u. darunter	93	0	0	2	0	0	6	19	38	21	4	0	1
745—755	316	9	2	1	3	5	22	62	103	64	31	11	3
755—760	226	11	1	2	1	4	14	39	74	42	25	6	7
760—765	200	18	1	5	1	9	18	28	52	37	18	5	8
765 u. darüber	101	7	0	0	1	6	6	21	29	16	9	5	1
Summe	936	47	4	10	6	24	66	169	296	180	87	27	20

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die unteren Wolken in weitaus den meisten Fällen vom Unterwinde rechts abweichen. Später fügte Hildebrandsson für Upsala noch die Beobachtungen von 1878—81 hinzu und berechnete sie nach der oben Seite 230 angegebenen Methode. Das Resultat war mit dem obigen übereinstimmend:

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
N	W 10° 10′ S	W 3° 38′ S	W 2° 51′ S	W 5° 55′ S	W 20° 31′ S
NE	W 40° 4 N	N 41° 12 W	W 40° 26′ W	W 44° 38 N	N 20° 31 W
E	N 3° 42′ W	N 6° 24 W	N 3° 0 E	N 9° 25 E	N 0° 47 E
SE	N 26° 19 E	N 25° 33 E	N 33° 8 E	N 33° 42 E	N 29° 56 E
S	E 9° 22 E	E 27° 42 N	E 29° 20 N	E 31° 28 N	E 7° 32 N
SW	E 31° 21 S	E 33° 9 S	S 37° 35 E	E 12° 41 S	E 26° 44 S
W	S 11° 3 W	S 12° 25 W	S 13° 11 W	S 12° 27 W	S 0° 30 W
NW	W 38° 46 S	W 40° 46 S	W 33° 20 S	W 26° 53 S	W 36° 37 S

Die Richtung der unteren Wolken ist fast senkrecht zum Gradienten. Bei einem nach West gerichteten Gradienten ist der Winkel grösser als 90°, oder die Luft bewegt sich hinauswärts nach dem höheren Luftdrucke hin, so dass der Wirbel auf der Vorderseite eine geringere Höhe hat, als auf der Rückseite.

Der Vollständigkeit wegen lassen wir noch die Resultate vierjähriger Beobachtungen (Juni 1873 bis Juni 1877, 8^h a. m. + 4^h p. m.), von Renou in Parc de Saint Maur bei Paris angestellt, und die von Jekaterinenburg (1860—72, 1^h p. m.) folgen:

Barometer in mm	Parc de St. Maur.												
	Anzahl der Beobacht.	Entgegen.	Abweichung nach links					Parallel	Abweichung nach rechts				
			10 Str.	8 Str.	6 Str.	4 Str.	2 Str.		2 Str.	4 Str.	6 Str.	8 Str.	10 Str.
740 u. darunter	33	0	0	0	0	0	0	**13**	10	9	1	0	0
640—745	36	0	0	0	0	0	0	**15**	10	6	2	1	0
745—755	278	5	0	2	2	10	15	**110**	62	28	7	5	2
755—760	349	8	3	3	4	13	25	**149**	87	28	12	11	6
760 u. darüber	327	8	1	3	4	16	27	**134**	76	36	15	4	3
Summe	1023	21	4	8	10	39	67	**423**	275	107	37	21	11
Jekaterinenburg.													
	—	27	—	6	—	49	—	408	—	205	—	32	—

Hildebrandsson berechnete die Beobachtungen der Cirruswolken von 8 schwedischen Stationen für den Zeitraum 1874—81. Wir geben die Resultate für das ganze Jahr hier wieder.

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
N	W 13° 52′ N	W 18° 36′ N	W 31° 40′ N	W 36° 7′ N	N 30° 16′ W
NE	W 42° 19 N	N 44° 29 W	N 31° 20 W	N 26° 5 W	N 3° 51 W
E	N 33° 27 W	N 5° 4 W	N 9° 6 E	N 7° 0 E	N 41° 8 E
SE	N 4° 33 W	E 25° 58 N	E 7° 7 N	E 1° 55 N	E 0° 21 E
S	E 15° 56 S	S 38° 8 E	S 13° 36 E	S 17° 30 E	S 25° 58 E
SW	S 8° 4 E	S 6° 37 E	S 31° 53 W	S 43° 34 W	S 27° 28 W
W	W 42° 0 S	W 43° 33 S	W 36° 49 S	W 38° 46 S	W 10° 38 S
NW	W 14° 35 S	W 10° 10 S	W 7° 34 S	W 3° 24 N	W 33° 34 N

Die oberen Luftströmungen sind hiernach über der Cyclone nach auswärts zu den Regionen des hohen Luftdrucks gerichtet, am schwächsten im innern Theil, dann aber wachsend nach dem hohen Drucke hin.

Diese Bewegung ist erheblich stärker für den nach Westsüdwest oder Süd gerichteten Gradienten, als für den entgegengesetzten.

Ueber dem Gebiete zwischen einem Maximum und Minimum ziehen die Cirruswolken nach Hildebrandsson für Upsala in der Regel aus Nord oder West, was darin seinen Grund haben dürfte,

dass das Maximum des Luftdruckes gewöhnlich südlich oder östlich von Upsala liegt. Die Rechnung ergab:

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Summe
Winter	31	4	5	0	0	0	1	2	0	0	12	6	32	11	56	18	178
Sommer	17	1	8	2	8	1	7	0	17	12	21	8	37	20	42	15	216
Jahr	48	5	13	2	8	1	8	2	17	12	33	14	69	31	98	33	394

Mittel im Winter W 59° 51′ S im Sommer W 23° 9′ S.

Dieses bestätigt die von Hildebrandsson ausgesprochene Thatsache, dass für Upsala ein neu herannahendes Minimum gewöhnlich eher auf die Windfahne wirkt als auf die Strömungsrichtungen der Cirruswolken, was übrigens mit dem Schema von A. Ley übereinstimmt (vgl. I. Theil dieses Handbuches pag. 294); erst nachdem sich beim Herannahen eines Minimums die südlichen und südwestlichen Winde schon bemerkbar gemacht haben, beginnt gewöhnlich auch der Cirruszug zurückzudrehen.

Aus diesen eben angeführten Untersuchungsresultaten ergeben sich eine Reihe für die ausübende Witterungskunde sehr wichtiger Thatsachen, die wir jetzt übersichtlich zusammenstellen wollen.

α) Gradient und Winde an der Erdoberfläche.

1) Für West- und Nordwesteuropa liegen die steilsten Gradienten auf der Südseite (in den Südost-Südwest-Segmenten), die kleinsten auf der Nordseite.

2) Daher sind die südwestlichen Winde durchschnittlich am stärksten, und die östlichen in der Regel am schwächsten.

3) Der Winkel, welchen die Windrichtung mit dem Gradienten bildet, ist auf dem Meere grösser als auf dem Lande, grösser in der wärmeren Jahreszeit als in der kälteren, grösser in den Cyclonen als in den Anticyclonen, grösser auf der Rückseite und kleiner auf der Vorderseite der Cyclonen (letzteres umgekehrt in den östlichen Vereinigten Staaten).

4) Der Wind ist in allen Theilen der Cyclone nach Innen hin gerichtet, und daher nähert sich im Allgemeinen die Windbahn einer logarithmischen Spirale.

5) Die Windstärke nimmt im Allgemeinen zu mit dem Gradienten; sie ist am kleinsten im Centrum der Cyclone sowohl als der Anticyclone und in der Region zwischen zwei Depressionen vom Innern des Maximums nimmt sie nach Maassgabe der Abnahme des Luftdrucks beständig zu und erreicht ein Maximum in der Nähe des Centrums der Cyclone.

6) Die mittlere Windgeschwindigkeit für denselben Gradienten ist im Sommer merklich grösser als im Winter.

7) Bei demselben Gradienten haben die nördlichen und östlichen Winde die grössere Intensität.

β. Zug der unteren Wolken.

1) Die unteren Wolken ziehen in den allermeisten Fällen aus einem Punkte des Horizontes, der rechts vom Unterwinde liegt und zwar steht ihre mittlere Richtung fast senkrecht zum Gradienten oder ist nahezu parallel zur Tangente der Isobaren.

2) Auf der Vorderseite der Cyclone ist der Winkel des Zuges der unteren Wolken mit dem Gradienten etwas grösser als 90°, so dass sich in dieser Region die Luft von der Cyclone nach dem Maximum entfernt.

γ) Zug der oberen (Cirrus-)Wolken.

1) Die Cirruswolken ziehen fast stets rechts sowohl von der Richtung des Unterwindes als von derjenigen des unteren Wolkenzuges.

2) In der Region der Cirruswolken bewegt sich die Luft über der Cyclone nach dem Maximum, und zwar ist das Ausströmen am schwächsten in der Umgebung des centralen Raumes, und nimmt von dort an nach aussen hin zu.

3) Die mittlere Richtung der Cirrusbewegung bildet mit den Isobaren fast denselben Winkel nach aussen, als der Unterwind nach innen. Nahezu dürfte die Richtung der Isobaren die mittlere Strömungsrichtung der Gesammtluftmasse darstellen.

4) An der Rückseite einer Cyclone haben die Cirruswolken in Europa nahezu gleiche Richtung mit den unteren Wolken und dem Unterwind.

5) Auf der Vorderseite einer Cyclone findet das grösste Einströmen an der Erdoberfläche, dagegen das grösste Abströmen in der Höhe statt.

6) Es ist anzunehmen, dass die Südostwinde auf der Vorderseite einer Cyclone kaum die halbe Höhe von derjenigen der Nordwestwinde auf der Rückseite erreichen.

7) Bei Annäherung einer neuen Cyclone scheint diese die Windfahne eher zu beeinflussen als die oberen Luftströmungen.

8) Die Lage des oberen Centrums der Cyclone zu derjenigen an der Erdoberfläche ist abhängig von der Temperaturvertheilung; im Winter liegt dasselbe für unsere Gegenden vorzugsweise links von der Bahn nach vorne, im Sommer links nach hinten. —

e) Vertheilung der meteorologischen Elemente in den Cyclonen (und Anticyclonen).

Nachdem wir uns über die mittlere Luftdruckvertheilung und über die Luftbewegung in einer Cyclone ein klares Bild verschafft haben, wollen wir jetzt die Vertheilung der übrigen meteorologischen Elemente in derselben, sowie in ihrer Umgebung näher untersuchen, wobei wir auch die Anticyclonen in den Kreis der Betrachtung hineinziehen. Ich benutze hierzu hauptsächlich zwei Untersuchungen, die ich schon oben zu citiren Gelegenheit hatte, nämlich die von Hildebrandsson für Upsala und die von Krankenhagen für Swinemünde. Eine Vergleichung dieser beiden Untersuchungen, welche wegen der gleichen in beiden angewandten Methode keine Schwierigkeit bietet, dürfte von nicht geringem Interesse sein (in Bezug auf die Methode siehe das oben Seite 230 Angeführte).

a) Temperatur der Luft. In den folgenden Tabellen sind die Abweichungen der Temperatur von den Normalwerthen um 8^h a. m. für Upsala und Swinemünde zusammengestellt, für die wärmere Jahreszeit (April bis September) sowie für die kältere (October bis März)*):

	Upsala (Winter):						Upsala (Sommer):					
	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	Mittel	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	Mittel
N	+5,0	+3,0	+3,0	+3,4	+0,2	+2,92	±0,0	+0,7	+0,1	+1,7	+0,9	+0,68
NE	−0,6	−1,3	+0,9	−0,0	−4,0	−0,99	−4,8	−1,4	−0,6	−0,2	−0,7	−1,56
E	−2,7	−4,8	−3,8	−4,0	−6,7	−4,41	−3,0	−3,5	−1,6	−1,6	−1,9	−2,32
SE	−1,6	−0,0	+1,3	−3,2	−2,6	−1,23	−2,9	−2,7	−4,2	−0,4	−1,4	−2,33
S	+1,9	+0,9	−3,1	−2,7	−1,0	−0,79	+3,1	−0,8	−0,5	−0,9	+0,4	+0,25
SW	+1,9	−0,6	+2,0	−0,8	+0,8	+0,64	+2,2	+0,6	+1,1	−0,2	+3,0	+1,34
W	+3,5	+1,7	+3,0	+1,4	+1,5	+2,22	+1,0	+0,5	+2,0	+0,7	+0,0	+0,86
NW	+4,3	+3,6	+2,0	+2,0	+0,3	+2,60	+0,4	+1,1	+0,9	+1,6	+1,8	+1,20
Mittel	+1,45	+0,32	+0,75	−0,48	−1,43		−0,47	−0,69	−0,34	+0,09	+0,25	

Winter: $C_0 = +1,32$ $M = -3,00$ $A_0 = -2,86$ — Sommer: $C_0 = -2,45$ $M = +0,31$ $A_0 = +0,14$.

*) Für Swinemünde bezeichnet C = Cyclone, A = Anticyclone, N_1 = neutrale Lage, wo 2 Cyclonen zusammenstossen, Barometer unter 760^{mm}, N_2 ebenso, aber Barometer über 760^{mm}, N_3 = Minimum im Nordwesten und auch im Nordosten, V = Lage im Gebiete eines kleinen Theilminimums, auf den Karten besonders durch grössere Ausbuchtung der Isobaren markirt.

Swinemünde:

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Sommer	C	−0,8	−1,9	−2,0	−1,8	−1,3	+1,6	+1,5	+1,2	−0,3	−0,4	+0,7	−0,4	+1,5	+0,6
	A	+0,9	−0,7	−0,3	−1,2	−1,3	+0,8	+0,8	+2,7	−0,1					
Winter	C	+1,9	+0,6	−1,0	+0,2	−2,3	−2,2	−1,0	+2,3	+0,8	−1,7	−2,1	+1,8	+0,8	−2,2
	A	+1,2	+2,0	−0,2	−0,9	−2,1	−2,1	−1,3	−1,2	−0,4					

	Sommer.					Winter.					
	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2
N	−1,4	−0,6	−0,2	+0,4	+1,4	+1,2	+1,9	+2,2	+2,2	+1,3	+1,2
NE	−3,4	−1,6	−0,9	−0,9	−0,6	—	−0,1	+0,7	+1,0	+1,0	+2,2
W	+1,6	+1,3	—	+1,6	+0,2	—	−0,5	−1,9	—	−0,4	−1,6
NW	+0,1	+2,2	+1,3	+2,9	—	+3,1	+3,1	+1,6	+0,8	−0,7	−1,4

Diese Tabellen enthalten eine Reihe von Aufschlüssen über das Verhalten der Temperaturvertheilung in den Cyclonen und Anticyclonen, von denen wir hier nur die Hauptpunkte hervorheben wollen. Es sei hierbei jedoch ausdrücklich bemerkt, dass sich alle Angaben auf die Temperatur 8 Uhr Morgens beziehen.

Man sieht sofort, dass bei beiden Stationen sowohl im Winter als auch im Sommer, sowohl bei den Cyclonen als auch bei den Anticyclonen die Temperatur unter dem Mittel liegt, wenn der Gradient nach Osten hin gerichtet ist (also auf der Westseite der Cyclone resp. Ostseite der Anticyclone unter dem Einflusse der nördlichen Winde); dagegen liegt die Temperatur über dem Normalwerthe, wenn der Gradient nach Nordwest gerichtet ist (also unter dem Einflusse südlicher Winde). Indessen zeigt in letzterer Beziehung Swinemünde im Winter insoferne eine Ausnahme, als bei der Anticyclone alle Gradienten, die eine westliche und südliche Componente haben, negative Abweichungen aufweisen, so dass also nur noch positive Abweichungen bei nach Nord und Nordost gerichteten Gradienten im Winter bei der Anticyclone vorhanden sind (also Anticyclone im Süden und Südwesten).

Der Einfluss der Bewölkung zeigt sich dadurch, dass an beiden Stationen im Winter in der Cyclone die Temperatur über dem Normalwerthe, in der Anticyclone (der centrale Raum eingerechnet) unter demselben liegt. Im Sommer erhebt sich dieselbe in dem Gebiet der barometrischen Maxima (A_1 und A_2) durchschnittlich nur wenig, oder gar nicht über dem Mittel, in der Cyclone liegt sie unter demselben.

Bemerkenswerth ist ferner, dass in Upsala im Winter die Temperatur nach dem Innern der Cyclonen hin von allen Seiten zunimmt. Für Swinemünde ist dieses nur für die nach Nordwest gerichteten Gradienten (Maximum im Südosten) der Fall, wogegen bei

den nach Norden und Nordosten gerichteten die Temperatur nach aussen hin wächst.

Die tiefsten Temperaturen im Winter und die höchsten im Sommer fallen auf den innern Theil der Anticyclone. In Upsala sind die negativen Abweichungen im Winter und die positiven im Sommer in der Anticyclone am grössten bei einem nach Osten gerichteten Gradienten, dagegen finden sich in Swinemünde die tiefsten Temperaturen in dem centralen Maximalgebiete bei den Südwest- und Südgradienten. In diesen Fällen macht sich also das entgegengesetzte Verhalten der Land- und Seewinde geltend.

In dem neutralen, durch ruhiges heiteres Wetter ausgezeichneten Gebiete N_1 und N_2 liegt die Temperatur im Winter unter, im Sommer über dem Normalwerthe, nur wenn für Swinemünde eine Cyclone im Nordwesten, eine andere im Nordosten liegt, so gilt für den Winter das Umgekehrte.

„Noch verdienen wohl“, bemerkt Krankenhagen, „die Temperaturverhältnisse jener kleinen gestreckten Minima eine besondere Erwähnung, welche oben als grössere Ausbuchtungen der Isobaren bezeichnet und in den Tabellen durch den Buchstaben V angedeutet sind. Bei Betrachtung der 63 Einzelfälle des Winters macht sich ein wesentlicher Unterschied bemerklich zwischen den 52 mit nach W, NW und N geöffneten Isobaren, und den übrigen 11, bei welchen die offene Seite nach NE und SE gerichtet ist. Während das gemeinsame Mittel der Temperaturabweichung + 0,8° ist, so ergiebt sich für die erste Gruppe + 1,6° und für die zweite — 2,8°. Derselbe Unterschied, wenn auch nicht ebenso stark ausgeprägt, lässt sich für den Sommer konstatiren. In dieser Jahreszeit ist die mittlere Abweichung + 2,0, wenn die Isobaren nach W oder NW offen sind, dagegen + 0,3° im Durchschnitt der übrigen Fälle. Die Wärmeverhältnisse, welche die betrachteten kleinen Theilminima begleiten, sind wohl hier besonders nicht als die Folge, sondern vielmehr als die Ursache der Entstehung dieser secundären Bildungen zu betrachten. — Ein wesentlicher Unterschied der Temperatur nach der Lage der Station zu der Ausbuchtung konnte (für 8^h a.) nicht festgestellt werden.“

Die Temperaturabnahme mit der Höhe hat Hildebrandsson durch die Beobachtungen an den beiden correspondirenden Stationen Clermont Ferrand (Seehöhe 388^m) und Puy-de-Dôme Gipfel (Seehöhe 1467^m) für die Cyclonen und Anticyclonen untersucht. Für

die kälteren Monate October bis März vom 1. Januar 1877 bis 31. März 1882 erhielt er folgende Differenzen an beiden Stationen:

Richtung des Gradienten	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2		
N	8,6	8,9	8,0	7,7	5,8		
NE	—	7,5	8,0	8,1	6,6	C_0	6,2
E	—	8,2	8,1	7,2	6,2	M	2,3
SE	—	6,1	6,6	6,8	3,4	A_0	2,1
S	—	6,1	5,3	4,4	— 0,8		
SW	—	6,8	6,9	2,3	— 2,7		
W	8,0	6,5	3,3	2,5	— 2,2		
NW	8,9	7,7	6,4	4,4	— 0,2		

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Temperaturdifferenz in der Nähe des Centrums ihren höchsten Werth hat und mit zunehmendem Luftdrucke abnimmt, bis in den inneren Theilen des Maximums ihr Zeichen wechselt. Ist der Gradient nach N oder E gerichtet, so ist die Differenz am grössten, dagegen am kleinsten, wenn derselbe eine südliche oder westliche Richtung hat. Hildebrandsson weist auf die Wichtigkeit ähnlicher Beobachtungen auf Berggipfeln des nordwestlichen Europas hin, welche an der Zugstrasse der grossen barometrischen Minima liegen. Sein Wunsch, dass die am Fusse und auf dem Gipfel des Ben Nevis in Schottland angestellten Beobachtungen in extenso veröffentlicht werden, ist vor Kurzem befriedigt worden.

Für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde folgt eine Zusammenstellung Krankenhagens über die mittlere Aenderung der Temperatur für jeden Gradienten in den letzten und den nächsten 24 Stunden und die Wahrscheinlichkeit für positive Aenderung (in Procenten):

Temperaturänderung für Swinemünde.

	Sommer.								Winter.							
	Mittel				Wahrsch. f. +				Mittel				Wahrsch. f. +			
	letzte 24 St.		nächste 24 St.		l. 24 St.		n. 24 St.		letzte 24 St.		nächste 24 St.		l. 24 St.		n. 24 St.	
	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.
N	— 0,7	+ 0,8	— 0,5	+ 1,5	39	66	40	76	+ 0,8	+ 0,2	— 1,3	+ 0,5	58	45	28	50
NE	— 1,0	— 0,8	+ 0,5	+ 1,1	33	43	58	69	— 0,2	— 0,3	— 1,0	+ 0,5	48	39	31	57
E	+ 0,4	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,2	66	54	57	52	— 0,0	— 0,4	— 0,6	+ 0,6	48	47	26	58
SE	— 1,4	— 0,1	+ 0,3	+ 0,8	22	46	54	56	+ 1,5	+ 0,2	— 1,9	— 1,3	83	56	13	31
S	— 0,5	— 0,6	— 0,7	+ 0,6	38	36	36	59	+ 0,5	— 0,6	+ 0,6	— 0,9	58	41	54	32
SW	+ 1,2	+ 0,3	— 0,7	+ 0,3	72	49	34	61	+ 0,6	— 0,5	+ 0,4	— 0,4	55	39	56	43
W	+ 1,3	+ 0,8	— 0,1	+ 0,5	75	74	51	73	— 0,1	— 0,6	+ 1,7	— 0,2	43	35	69	49
NW	+ 0,9	+ 2,2	— 1,0	+ 0,6	60	79	35	71	+ 1,3	— 0,5	+ 0,0	+ 1,3	65	45	53	65

N_1	— 0,1	— 0,5	47	47	— 1,4	+ 0,0	26	45
N_2	+ 0,4	+ 0,1	60	52	— 0,7	+ 0,3	42	48
N_3	— 0,1	+ 0,2	47	59	— 0,3	+ 0,4	39	62
V	+ 0,0	— 1,5	51	33	+ 0,8	+ 0,5	55	55
A_0	+ 0,2	+ 0,7	57	58	— 1,3	+ 0,3	28	63

Diese Zahlen werden verständlicher, wenn wir damit die Tabelle

Seite 242 vergleichen und zugleich die Situationen berücksichtigen, welche den einzelnen Gradientenrichtungen meist vorangehen und folgen. Hierüber giebt nachstehende Tabelle, für beide Jahreszeiten, die im Wesentlichen übereinstimmen, berechnet, einigen Aufschluss. In dieser Tabelle geben die Zahlen an, wie oft unter 100 Fällen nach den in der obersten Horizontalreihe angedeuteten Gradienten am Morgen des nächsten Tages die links stehenden herrschen. Situationen unter 80 Fällen sind nicht mit angeführt. Die den Gradientrichtungen angehängten Buchstaben a und c geben an, ob sich der Gradient auf eine Anticyclone oder Cyclone bezieht):

Aufeinanderfolge der Gradienten (Swinemünde).

	Nc	Na	NEc	NEa	Ea	Sa	SWa	Wc	Wa	NWc	NWa
Nc	**28**	8	8	9	9	0	1	8	4	21	7
Na	5	**20**	7	15	2	1	0	1	3	4	8
NEc	17	2	**21**	8	16	0	0	3	0	8	2
NEa	8	8	7	**32**	12	0	1	1	1	4	0
Ea	1	2	6	2	**34**	1	1	1	0	0	0
Sa	1	2	1	0	2	**42**	8	1	0	0	0
SWa	0	0	0	0	2	22	**37**	0	4	0	2
Wc	4	6	2	1	0	2	1	18	17	4	8
Wa	0	4	0	0	1	3	15	1	**35**	1	6
NWc	8	12	6	5	0	0	1	**22**	10	**22**	17
NWa	1	15	1	3	3	0	1	1	4	1	**26**

Beispielsweise folgt (im Sommer) auf NW_c mit einer mittleren Abweichung von + 1,2⁰ besonders oft N_c mit einer Abweichung von — 0,8⁰, und nach N_c am häufigsten NE_c mit einer Abweichung von —1,9⁰; also ergiebt sich für N_c im Mittel eine negative Aenderung in den letzten und in den nächsten 24 Stunden. — Eine Untersuchung der Einzelfälle der Situation N_a ergab das Resultat, „dass südlichen Anticyclonen bei negativer Temperaturabweichung mit 61 %, bei positiver nur mit 16 % Wahrscheinlichkeit westliche oder nordwestliche Gradienten folgen."

In der Tabelle „Aufeinanderfolge der Gradienten" illustriren die durch den Druck hervorgehobenen Zahlen sehr anschaulich die Erhaltungstendenz der einmal herrschenden Situation, so dass es meist viel wahrscheinlicher ist, dass der Beobachtungsort nach 24 Stunden noch in demselben Octanten einer Cyclone oder Anticyclone sich befindet, als in einem andern. Die einzige Ausnahme macht W_c, für welchen NW_c für den folgenden Tag die grösste Wahrscheinlichkeit hat. Grosse Erhaltungstendenz zeigen S_a, SW_a, W_a, E_a, und NE_a.

Bewölkung, relative Feuchtigkeit, Nebel, Dunst. Die Menge der Bewölkung bezieht sich für Upsala auf 8^h und 10^h a. m. und ist ausgedrückt durch die Zahlen 0—10, so dass 0 einen wol-

kenlosen, 10 einen ganz bedeckten Himmel darstellt (für Swinemünde der Vergleichbarkeit wegen aus 0—4 umgerechnet).

Wolkenmenge zu Upsala.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	C_0	N	A_0
Winter	C	6,3	3,6	5,7	9,5	9,4	9,6	9,2	8,7	7,7	8,6	2,3	6,8
„	A	7,2	6,0	4,4	9,0	8,4	9,4	9,0	8,6	7,8			
Sommer	C	6,5	3,5	6,4	9,0	9,0	8,8	8,1	7,1	7,3	9,7	2,3	2,8
„	A	5,2	3,5	4,9	5,3	6,8	5,6	4,4	6,6	5,2			

Wolkenmenge zu Swinemünde.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Winter	C	8,8	7,8	8,5	9,0	10,0	8,8	8,0	8,2	8,2	7,8	6,8	8,5	8,5	5,0
„	A	6,8	6,0	5,2	6,8	7,2	7,2	7,2	4,5	6,5					
Sommer	C	7,8	8,2	8,2	9,0	8,8	5,5	6,2	7,2	7,5	6,5	5,0	7,2	7,8	3,2
„	A	5,8	6,2	4,8	4,5	5,2	3,5	2,5	2,0	4,8					

Hieraus geht hervor, dass für beide Stationen die Bewölkung im Winter grösser ist, als im Sommer, grösser in den Cyclonen (mit Berücksichtigung auch des centralen Theiles), als in den Anticyclonen. Wie die ausführlicheren, hier nicht mitgetheilten Tabellen zeigen, nimmt die Bewölkung im Allgemeinen von innen nach aussen hin ab. Auch hier spricht sich sehr deutlich der Einfluss der Ostsee aus, denn die Bewölkung ist an beiden Stationen durchschnittlich am stärksten, wenn der Gradient nach Süden und Südosten gerichtet ist, also bei nordöstlichen Winden, Verhältnisse, die für das deutsche Binnenland wohl nicht maassgebend sind. Die geringste Bewölkung zeigt sich in Upsala bei dem nach Nordost gerichteten Gradienten (also bei westlichen und nordwestlichen Winden oder Landwinden), in Swinemünde in den Cyclonen beim Südwestgradienten im Sommer, in den Anticyclonen im Winter und Sommer beim West- und Nordwestgradienten (also Landwinden).

Um die Vorstellung über die Bewölkung in den Cyclonen und Anticyclonen zu vervollständigen, erscheint es geboten, auch die Wolkenformen näher zu betrachten. In dieser Beziehung liegen nur die Untersuchungen von Hildebrandsson für Upsala vor. Indem ich auf die Originaltabelle verweise, will ich nur die Hauptresultate hier anführen, zu welchen Hildebrandsson gelangte.

Die Nimbuswolke ist im Sommer häufiger, als im Winter, häufiger in der Cyclone als in der Anticyclone, häufiger bei einem Nordwest- oder Südwestgradienten, als einem Nordost- oder Ostgradienten. — Der Stratocumulus (gewellter Wolkenteppich im Hildenbrandsson'schen Sinne) dagegen ist viel häufiger im Winter, als im Sommer. Während der heissesten Monate Juni—August fehlt er fast ganz. Diese Wolkenform erscheint öfter in der Anti-

cyclone als in der Cyclone, ihre Masse scheint unabhängig von der Richtung des Gradienten.

Eine gleichförmige Bedeckung des ganzen Himmels mit einem niedrigen dichten Wolkenteppich, in welchem man weder Form noch Bewegung unterscheiden kann, ist im Winter häufiger als im Sommer. Am häufigsten kommt diese Erscheinung in Upsala vor auf der Nordseite der Cyclonen und Anticyclonen.

Die Cumuluswolke ist dem Sommer eigenthümlich, in den eigentlichen Wintermonaten ist sie sehr selten, sie tritt gewöhnlich auf der Rückseite der Depressionen auf.

Die Cumulo-Stratus- oder Gewitterwolke ist am häufigsten auf der Vorderseite im Südosten vom Centrum der Depression vertreten, übereinstimmend in Schweden, Norwegen und Frankreich.

Obgleich es sehr schwer ist, über das Verhalten der Cirruswolken ähnliche Untersuchungen zu machen, weil dieselben sehr oft unseren Blicken durch die unteren Wolken entweder ganz oder theilweise verdeckt sind, so scheint es doch, dass dieselben am häufigsten auf der Rückseite, insbesondere aber zwischen zwei Depressionen auftreten. Im letzteren Falle zeigen sich dieselben ausserordentlich schön und charakteristisch, so dass man bei Erscheinen derselben nach Vorübergang eines Wirbels mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit auf einen neuen Wirbel schliessen kann.

Die Cirro-Cumulus-Wolke ist bei hohem Luftdrucke im Sommer häufiger als im Winter, bei sehr tiefem Luftdrucke ist sie sehr selten.

Die Cirro-Stratus-Wolke zeigt sich hauptsächlich im Südosten und Süden des Depressions-Centrums und breitet sich weithin über die benachbarten Maxima aus, sie gilt als ein ausgezeichneter Vorbote einer herannahenden Depression.

Für die Vertheilung der relativen Feuchtigkeit scheinen ganz ähnliche Beziehungen zu herrschen, wie für die der Wolkenmengen. Ich gebe hier die Zahlen für Swinemünde wieder.

Relative Feuchtigkeit für Swinemünde (%).

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Sommer	C	80	81	83	87	86	78	78	78	80	80	79	79	81	85
	A	77	78	75	78	81	75	75	75	77					
Winter	C	90	88	82	89	92	88	92	90	89	93	90	94	94	90
	A	92	91	79	83	86	89	92	94	90					

Diese Zahlen zeigen wenig Unterschied. Als mittlere Werthe für die Entfernung vom Centrum für alle 8 Gradienten ergeben sich: $C_2 = 83$, $C_3 = 79$, $C_4 = 79$, $A_1 = 77$, $A_2 = 76$, also Zunahme der relativen Feuchtigkeit nach dem Centrum hin.

Entschiedenere Werthe zeigen sich für die Häufigkeit von Nebel und Dunst, wie die nachstehenden Zahlen zeigen:

Wäderöbod (%).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
Dunst	46	55	11	4	6	11	17	27	33	12	29
Nebel	40	8	9	6	4	9	14	37	20	9	11

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
Dunst	13	23	31	27	11
Nebel	—	19	21	15	12

Swinemünde, Winter (%).

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Dunst	C	7	3	0	0	8	2	9	8	6	8	13	24	6	15
	A	18	13	3	0	3	1	14	15	10					
Nebel	C	9	9	0	8	0	0	15	4	7	21	20	14	22	19
	A	30	22	9	6	3	9	14	33	18					

	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2
Dunst	0	6	6	8	7	11
Nebel	2	5	10	10	17	18

Im Allgemeinen zeigt sich eine grosse Nebelhäufigkeit auf der Grenze der Cyclone und Anticyclone, und in der That weisen die Wetterkarten nach, dass ein langes Band nebligen Wetters oft ganze Länderstrecken zwischen dem niedersten und höchsten Luftdruck durchzieht. Für Swinemünde fällt der höchste Werth (im Winter) mit dem Maximum des Luftdruckes zusammen, und dieses scheint für Deutschland überhaupt der Fall zu sein. Für beide Stationen zeigt sich nach dem Innern der Cyclone eine Abnahme der Nebel. Ebenfalls übereinstimmend ist die Nebelhäufigkeit geringer bei den nach Osten bis Südwesten gerichteten Gradienten, als bei den übrigen.

Für die Sichtigkeit der Luft*) (0 = gross, 5 = Nebel) zu Upsala erhielt Hildebrandsson folgende Werthe:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
2,6	1,7	1,6	2,9	3,1	3,5	3,6	3,5	3,7	2,1	2,5

C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
3,0	2,8	2,7	2,8	2,8

Hiernach zeigt die Sichtigkeit der Luft wenig Abhängigkeit vom Luftdrucke, indessen scheint sie bei nach NW bis SW gerichteten Gradienten am geringsten, dagegen bei nach N bis SE gerichteten Gradienten am grössten zu sein. Ausserdem scheint die Sichtigkeit der Luft in der Cyclone nach auswärts etwas zuzunehmen, und im neutralen Theile grösser, als in der Umgebung zu sein.

Das für die Praxis wichtigste Element ist neben der Wärme

*) Die Sichtigkeit, Durchsichtigkeit der Luft wurde an Häusern und einem Gehölze in einer Entfernung von 10—15^{km} vom Observatorium seit dem Jahre 1874 beobachtet.

der Niederschlag. In den folgenden Tabellen sind die Regenwahrscheinlichkeiten in Procenten (Anzahl der Regentage dividirt durch die Anzahl der Beobachtungstage mal 100) für Upsala, Wäderöbod und Swinemünde wiedergegeben, und zwar wurde für die beiden ersteren ein Tag als Regentag betrachtet, wenn es vor Mittag geregnet hatte. Die Tabelle für Swinemünde ist ohne weiteres verständlich.

Regenwahrscheinlichkeit für Upsala.

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
20	12	29	55	49	55	45	45	67	6	10

$C_1 = 56$, $C_2 = 47$, $C_3 = 32$, $A_1 = 24$, $A_2 = 38$.

Regenwahrscheinlichkeit für Wäderöbod.

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
16	7	7	22	30	27	51	36	60	9	4

$C_1 = 55$, $C_2 = 32$, $C_3 = 26$ $A_1 = 12$, $A_2 = 11$.

Niederschläge für Swinemünde.

Sommer.

a) **Cyclonen.**

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_3	V
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	48	41	48	50	52	19	26	40	41	19	33	40
	letzte 24 St.	70	64	62	55	43	31	28	61	56	43	56	52
	nächste 24 St.	64	49	48	61	71	63	60	62	59	33	70	63
Menge	letzte 24 St.	4,0	4,9	3,7	2,8	2,4	1,3	0,5	2,7	3,1	1,5	2,2	2,4
	nächste 24 St.	2,6	2,5	2,1	4,6	7,1	1,9	3,4	2,8	3,0	2,1	3,0	3,0

b) **Anticyclonen.**

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_2	A_0
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	17	15	9	12	19	7	3	5	12	10	0
	letzte 24 St.	35	40	19	24	21	13	9	32	26	21	7
	nächste 24 St.	30	21	12	12	25	13	23	47	21	25	7
Menge	letzte 24 St.	0,9	1,2	1,0	0,2	0,5	0,0	0,2	0,4	0,7	0,6	0,1
	nächste 24 St.	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,4	1,1	0,5	0,5	0,6	0,1

Winter.

a) **Cyclonen.**

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_3	V
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	49	43	71	50	69	29	38	48	47	38	35	54
	letzte 24 St.	70	81	81	75	69	37	49	62	66	72	62	62
	nächste 24 St.	69	58	60	58	85	61	63	74	66	64	67	70
Menge	letzte 24 St.	2,1	2,5	3,4	5,5	3,7	1,3	1,2	1,6	2,0	2,3	2,1	2,5
	nächste 24 St.	2,3	1,2	1,4	2,9	4,5	1,6	2,1	2,2	2,0	2,5	1,7	1,8

b) **Anticyclonen.**

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_2	A_0
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	11	15	27	38	33	13	12	7	16	8	6
	letzte 24 St.	25	31	42	25	37	21	21	9	25	30	10
	nächste 24 St.	20	36	45	25	28	24	18	25	27	21	12
Menge	letzte 24 St.	0,5	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,1
	nächste 24 St.	0,3	0,7	0,6	0,1	0,6	0,2	0,1	0,8	0,4	0,5	0,1

Nach der Höhe des Barometerstandes gebildete Gruppen.

		Sommer.						Winter.						
		C_2	C_3	C_4	A_1	A_2	A_0	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2	A_0
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m. .	60	30	33	15	10	0	62	53	40	36	26	13	6
	letzte 24 St. .	71	52	45	35	19	7	89	72	64	50	38	21	10
	nächste 24 St.	72	59	42	30	15	7	83	72	60	55	44	22	12
Menge	letzte 24 St. .	4,5	2,6	2,1	1,0	0,5	0,1	4,0	2,1	1,5	1,3	0,8	0,3	0,1
	nächste 24 St.	4,3	2,7	1,6	0,7	0,4	0,1	2,6	2,3	1,6	1,5	0,9	0,3	0,1

Man sieht aus der Tabelle, dass in Upsala, am Kattegatt und an der Odermündung die Regenhäufigkeit und für die letztere Gegend auch die Regenmenge abnimmt mit der Zunahme des Luftdrucks. Wenn bei der Cyclone der Gradient nach N, NE und E gerichtet ist, liegt also die Station auf der Südwestseite, so regnet es in Upsala und in Wäderöbod am wenigsten; dagegen fällt in Swinemünde am wenigsten Regen bei südwestlichen und westlichen Gradienten, also auf der Vorderseite (in E und NE). Diese letztere für Swinemünde aufgefundene Thatsache erscheint auffallend, da man fast allgemein zu der Ansicht geneigt ist, dass die Regenmenge und Regenhäufigkeit auf der Vorderseite der Depression am grössten sind. Für die Vereinigten Staaten ist dieses der Fall. Loomis [156]) fand für einen Zeitraum von 37 Monaten die Regencentra (Mittelpunkte der Regenarea) folgendermassen um das Centrum der Cyclone vertheilt:

Quadrant	NE	SE	SW	NW
Regencentren überhaupt	86	71	41	18
Hauptregencentrum	31	27	9	1

Für Europa kam Loomis, allerdings auf Grundlage eines sehr ungenügenden Materials zu dem Resultate, dass das Regencentrum in der Regel auf der Ostseite der Depression liegt.

Dass das oben besprochene abweichende Verhalten der Regenwahrscheinlichkeit in Swinemünde nicht etwa darin seinen Grund haben kann, dass bei gewissen Gradienten nahe Minima häufiger sind, als bei den übrigen, geht aus folgender Tabelle hervor, bei welcher die Zahlen der ersten Reihe angeben, bei wie viel Procent der einzelnen Gruppen die Entfernung der Centra tiefen Druckes von Swinemünde weniger als 90 geographische Meilen beträgt:

Richtung des Gradienten	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Entfern. der Centra weniger als 90 Meilen	37	36	37	46	33	52	24	30	35
Zugeh. Regenwahrscheinl. 4—12h a. m. .	59	48	67	57	67	24	39	50	50

Auch die Mittelwerthe derjenigen Fälle, in welchen für die am häufigsten vorkommenden Gradienten um 8h a. m. eines Tages und des darauf folgenden das Minimum in der gleichen Richtung liegt, geben dasselbe Resultat:

Richtung der Gradienten	N	NE	W	NW
Regenwahrscheinlichkeit	76	71	46	59
Regenmenge mm . . .	3,2	3,5	1,9	1,8

Dieses eigenthümliche Verhalten Swinemündens erklärt sich ganz gut durch die Thatsache, dass die Winde an der Nord- und Westseite einer Cyclone Seewinde, dagegen die auf der Süd- und Ostseite Landwinde sind.

Indessen würde sich die weitere Untersuchung lohnen, ob dieses auch für die übrigen Deutschen Gebietstheile der Fall ist. Hierüber dürften meine Untersuchungen über „typische Witterungserscheinungen" einigen Aufschluss geben.

Lage der Depressionscentren:

Dänemark und Südschweden; tags vorher: über der Südhälfte der britischen Inseln und der Nordsee; tags nachher: am Finnischen Busen und Umgebung.

I. October bis März: Zahl der Fälle 21 (für letzte 24 St. = 14).

Ort.	Nordquadrant				Ort.	Ostquadrant			
	Regenwahrscheinlichk.		Regenmenge.			Regenwahrscheinlichk.		Regenmenge.	
	letzte 24 St.	nächste 24 St.	letzte 24 St.	nächste 24 St.		letzte 24 St.	nächste 24 St.	letzte 24 St.	nächste 24 St.
Stockholm . . .	71	77	3,4	3,7	Neufahrwasser . .	50	62	1,9	3,4
Christiansund . .	57	62	2,8	3,4	Memel	64	100	3,0	4,0
Bodö	21	46	2,0	3,7	Riga	57	69	3,5	4,7
					Petersburg . . .	29	74	0,6	4,2
					Pinsk	50	46	1,4	1,2
					Moskau	07	54	0,3	3,5
	Südquadrant					Westquadrant			
Borkum	93	77	7,3	4,8	Keitum	93	69	8,5	2,5
Hamburg	100	85	7,5	4,5	Skudesnaes . . .	100	85	7,5	4,5
Swinemünde . . .	71	69	4,3	3,4	Yarmouth	79	69	4,9	2,3
Münster	100	62	5,8	4,1	Shields	86	69	3,0	2,8
Leipzig	57	46	3,5	1,5	Stornoway . . .	64	100	4,6	6,6
München	57	77	3,1	4,2	Valentia	57	46	3,3	2,7

II. April bis September: Zahl der Fälle 24 resp. 26.

	Nordquadrant.					Ostquadrant.			
Stockholm . . .	58	42	3,6	3,2	Neufahrwasser . .	62	47	3,9	1,4
Christiansund . .	25	42	1,2	1,2	Memel	69	53	3,1	1,9
Bodö	19	36	0,8	1,3	Riga	50	74	2,9	5,8
					Petersburg . . .	21	74	2,9	1,5
					Pinsk	42	68	3,1	5,0
					Moskau	42	58	2,0	3,4
	Südquadrant.					Westquadrant.			
Borkum	85	68	8,5	2,7	Keitum	81	47	6,2	1,5
Hamburg	81	79	5,5	3,3	Skudenaes . . .	42	16	5,3	0,5
Swinemünde . . .	81	53	4,6	1,8	Yarmouth . . .	85	63	3,7	2,2
Münster	73	74	4,6	1,2	Shields	65	68	2,9	4,0
Leipzig	62	37	2,2	1,4	Stornoway . . .	50	64	2,0	2,4
München	75	63	4,4	6,4	Valentia	81	79	3,2	4,5

Hiernach nimmt die Regenmenge und Regenwahrscheinlichkeit beim Vorübergange einer Depression im Sommer und Winter für den Nordquadranten meist zu, für den Südquadranten ab, für den Ostquadranten wächst, insbesondere im Winter, die Regenmenge, dagegen im Westquadranten nimmt sie ab, und zwar scheint dieses auch für die Fälle zu gelten, in welchen derselbe Zeitraum auf die Vorderseite (letzte 24 Stunden) und auf die Rückseite (nächste 24 Stunden) sich bezieht. Im Allgemeinen ist also hiernach in Deutschland die Vorderseite einer Cyclone regenreicher als die Rückseite, wobei indessen die Ausnahme für den mittleren Theil der deutschen Ostseeküste bestehen bleiben kann. Auch für eine Anzahl anderer Orte im Windschatten der Alpen (Wien) und des Riesengebirges (Breslau, Zechen, Görlitz) ist von Hann (Oesterr. Z. 1875 p. 13) nachgewiesen, dass die grösste Regenmenge bei W- und NW-Winden fällt, also ebenso wie in Swinemünde auf der Rückseite der Cyclone, dagegen in der norddeutschen Niederung bei Südwestwind.

Die Häufigkeit der Gewitter in den Cyclonen und Anticyclonen wurde von Krankenhagen für Swinemünde für die Monate April bis September untersucht und diese Untersuchung ergab folgendes Resultat (Anzahl der Fälle unter 10 sind eingeklammert):

Häufigkeit der Gewitter in Swinemünde (%).

April bis September.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Letzte	C.	17	15	3	11	0	13	7	18	13	5	4	7	20	0
24 Std.	A.	7	6	1	0	4	0	0	0	3					
Nächste	C.	9	4	0	11	5	19	31	22	14	2	5	19	18	0
24 Std.	A.	15	0	1	0	2	2	9	5	4					

Juni bis August.

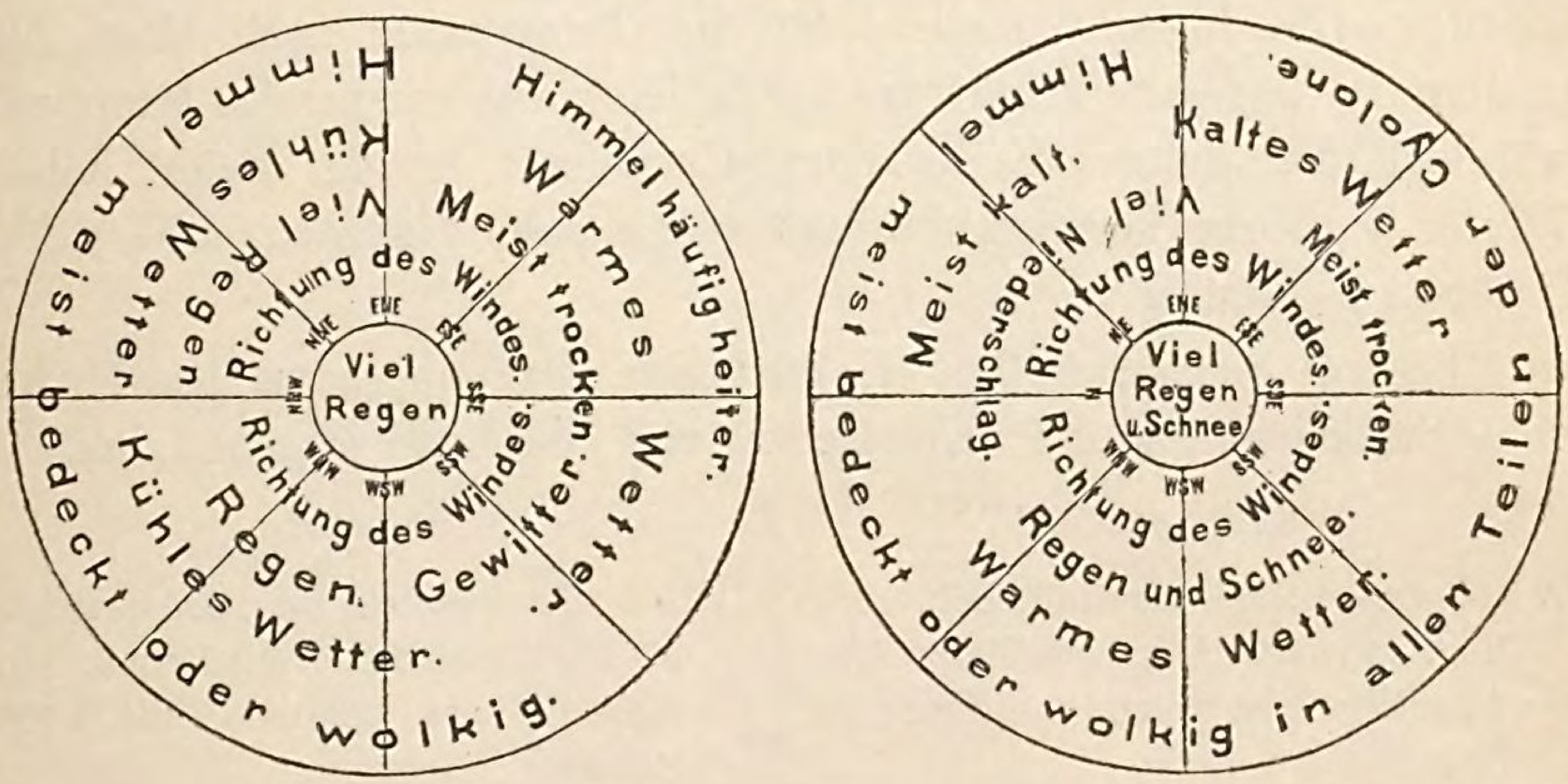
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Nächste	C.	12	7	0	23	(33)	(25)	47	29	20	4	12	17	25	0
24 Std.	A.	21	0	0	(0)	7	(11)	16	(0)	7					

Hervorzuheben ist die Thatsache, „dass einer südlichen Lage des Minimums, und ebenso einer Lage im westlichen Quadranten des Maximums nie ein Gewitter in den letzten 24 Stunden vorangegangen ist, und noch mehr, dass in den nächsten 24 Stunden nie oder fast nie, ein solches gefolgt ist, wenn die Station sich westlich von einem Minimum oder im östlichen oder südlichen Quadranten einer Anticyclone befand.“ Die Wahrscheinlichkeit der innerhalb der nächsten 24 Stunden zu erwartenden Gewitter beträgt für die eigentlichen Sommermonate 47 %, wenn die Station auf der Ostseite der Minima liegt; auf der Südostseite ist die Gewitterwahrscheinlichkeit ebenfalls sehr gross. Eine deutliche Abhängigkeit

der Gewitter vom Barometerstande scheint innerhalb der Cyclonen nicht vorhanden zu sein, ebensowenig innerhalb der Gebiete der Maxima, wie aus nachfolgenden Wahrscheinlichkeitszahlen (%) hervorgeht:

$$C_2 = 19,\ C_3 = 22,\ C_4 = 18,\ A_1 = 7,\ A_2 = 5.$$

Als Ergebniss seiner interessanten Untersuchung stellt Krankenhagen für das Wetter in Swinemünde während des Vorüberganges einer Cyclone folgendes Schema auf, welches von dem im ersten Theile dieses Handbuches (Seite 294) angegebenen in einigen Punkten abweicht, welche Abweichungen insbesondere in der Lage Swinemündens zur Ostsee und zum Festlande begründet sind.



Sommer. *Winter.*

Fig. 27. Das Wetter in den Cyclonen für Swinemünde.

„Wir betrachten zunächst den Fall, dass ein nach Osten zu fortschreitendes Centrum tiefen Druckes Swinemünde auf der rechten Seite lässt, und zwar im Sommer. So lange das Centrum sich noch im Westen befindet, ist bei Südsüdostwinden der Himmel meist heiter und das Wetter warm und trocken. Rückt das Centrum näher heran, und ist es allmählich nach NW gelangt, so hat sich der Himmel inzwischen mehr und mehr bewölkt, und es treten häufig Niederschläge ein, vielfach im Gefolge von Gewittern, namentlich in den wärmeren Monaten. Die Temperatur beginnt nun beträchtlich zu sinken und geht immer tiefer herab, so lange die Station noch im Bereiche des Wirbels liegt. Während das Centrum sich im Norden, Nordosten und Osten befindet, fallen in der Regel starke Niederschläge, und Aufklaren des Himmels und trockenes Wetter ist erst dann zu erwarten, wenn das Minimum im Nordosten oder

Osten soweit gelangt ist, dass die Isobare der Station nicht mehr zu demselben gehört. Schlägt das nach Osten hin wandernde Centrum eine Bahn ein, bei welcher es Swinemünde zur Linken lässt, so hält das bei zunächst westlichen Winden vorhandene schöne Wetter auch noch an, wenn der Mittelpunkt der Depression bereits im Südwesten liegt. Ist derselbe aber nach Süden fortgeschritten, so pflegen mit ENE-Winden starke Niederschläge einzutreten und anzuhalten, bis das Minimum verschwunden ist. — Im Winter ist der Unterschied namentlich der, dass die Bewölkung auf allen Seiten der Cyclone gewöhnlich beträchtlich ist. Bei einer im Norden passirenden Depression tritt erhebliche Erwärmung ein, so lange dieselbe im Nordwesten und Norden liegt und wenn sie sich auch schon im Nordosten befindet, ist die Temperatur noch über der mittleren. Dagegen bringt ein im Süden vorüberziehendes Minimum während der ganzen Zeit seiner Herrschaft in der Regel kaltes Wetter." Diese Vorgänge bringt vorstehende Figur zur übersichtlichen Anschauung.

Diesem Schema stellen wir dasjenige gegenüber, welches Mohn ohne Rücksicht auf die Jahreszeiten und die Lage gegeben hat.

Vorderseite.	Rückseite.
Wind von östlich bis südöstlich, südlich, südwestlich bis westlich. Alle diese Winde kommen aus südlicheren Gegenden.	Wind von westlich bis nordwestlich, nördlich, nordöstlich bis östlich. Alle diese Winde kommen aus nördlicheren Gegenden.
Temperatur steigend.	Temperatur sinkend.
Dampfmenge zunehmend.	Dampfmenge abnehmend.
Bewölkung zunehmend und dicht.	Bewölkung abnehmend.
Niederschlag zunehmend und stark.	Niederschlag in Schauern und abnehmend.
Barometer fallend.	Barometer steigend.

f) Geographische Vertheilung der Minima[157]).

Bei Feststellung der geographischen Vertheilung der Minima in den einzelnen Jahreszeiten und für die einzelnen Gebiete wurden nur die Morgenpositionen, wie sie in den von der Seewarte herausgegebenen Bahnenkarten verzeichnet sind, für den Zeitraum von 1876—80 in Betracht gezogen und in eine Karte eingetragen. Dann wurde das in Betracht fallende Gebiet in Felder von 10° Länge und 5° Breite getheilt und die einzelnen Felder mit den Buchstaben a, b, c etc. bezeichnet, wie es durch die folgende Figur (S. 256) dargestellt ist.

Die folgende Tabelle giebt die mittlere Zahl der Morgenpositionen für den Zeitraum 1876—80 an. Da die einzelnen Felder nicht gleich gross sind, sondern ihre Grösse von der geographischen Breite abhängt, so bedürfen sie, um sie genau vergleichbar zu machen, noch einer Correctur. Der Correctionsfactor, beträgt auf 50—55° Breite bezogen, für:

40—45°	45—50°	50—55°	55—60°	60—65°	65—70°
0,83	0,90	1,00	1,13	1,31	1,59

Diese Reduction ist in beifolgender Tabelle für das Jahr durchgeführt:

Zahl der Morgenpositionen der Minima. Mittel von 1876—1880.

Feld	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	reduc. auf 50° Breite.
a	4,4	7,2	1,8	4,0	17,4	14,4
b	6,0	10,0	2,8	10,4	29,2	24,2
c	3,6	5,2	1,6	5,2	15,6	14,0
d	3,2	6,2	3,0	3,4	15,8	14,2
e	3,4	4,4	1,8	3,0	12,6	11,3
f	3,0	6,4	4,2	3,0	16,6	14,9
g	3,8	3,0	1,8	3,4	12,0	12,0
h	6,2	8,6	8,4	5,2	28,4	28,4
i	6,6	5,2	7,4	6,6	25,8	25,8
j	5,6	4,8	3,8	4,0	18,2	18,2
k	3,8	3,6	3,2	3,0	13,6	13,6
l	2,4	3,4	3,6	2,0	11,4	11,4
m	2,6	1,0	1,6	2,0	7,2	8,1
n	5,8	5,0	6,8	5,6	23,2	25,9
o	6,6	5,2	7,6	6,4	25,8	29,1
p	9,0	6,4	11,0	9,2	35,6	40,1
q	6,2	5,4	6,4	8,0	26,0	29,4
r	2,8	3,8	2,4	2,4	11,4	12,9
s	3,0	2,2	4,0	4,2	13,4	17,6
t	3,6	2,6	4,0	5,0	15,2	19,9
u	2,0	4,2	6,0	5,4	17,6	23,0
v	4,7	4,9	5,2	3,2	18,0	23,6
w	4,0	4,6	6,0	5,8	20,4	26,7
x	3,0	0,8	1,2	2,0	7,0	11,1
y	4,4	3,2	3,2	5,2	16,0	25,4
z	4,2	2,2	2,6	2,2	11,2	17,8
Summe	112,0	119,2	110,6	117,6	459,4	

Vergleichen wir die Vertheilung der Minima in den einzelnen Gebietstheilen, ohne Rücksicht auf die jährliche Periode, so zeigt sich, dass die Minima nicht gleichmässig vertheilt sind und dass sich ein Gegensatz von Continent und Meer sehr bemerklich macht. Besonders häufig treffen wir dieselben in unmittelbarer Umgebung der britischen Inseln, über der Nordsee, an der norwegischen Küste, über dem südlichen Ostseegebiete und in der Umgebung Italiens. Ein entschiedenes Maximum der Frequenz fällt auf Südschweden. Die wenigsten Minima kommen vor auf einem breiten Streifen, welcher sich von Spanien ostwärts über das Alpengebiet nach dem Innern Russlands hin erstreckt; auch auf dem Ocean, in einiger Ent-



Fig. 28.

fernung von den westeuropäischen Küsten, ist im Allgemeinen die Anzahl der Minima nicht so bedeutend, als man es erwarten möchte, insbesondere westlich von den britischen Inseln. Wie eine Betrachtung der Einzelfälle zeigt, ist dieselbe auffallend gering auch über dem britischen Binnenlande und der skandinavischen Halbinsel, ausgenommen Südschweden. Aus den obigen Thatsachen geht das im Allgemeinen jedenfalls gültige Resultat hervor: die Minima sind am häufigsten in den Küstengebieten, am seltensten im Binnenlande. In gebirgigen Gegenden scheinen die Minima im Allgemeinen nicht häufig zu sein, doch sind diejenigen Küsten sehr stark frequentirt, in deren Nähe hohe Gebirge aufsteigen. In der jährlichen Periode ist die Häufigkeit des Auftretens der Minima für die einzelnen Gebiete sehr verschieden; am gleichmässigsten sind die Minima über alle Jahreszeiten vertheilt über Norddeutschland und Westrussland, ausgenommen die Ostseeprovinzen, dagegen zeigen sich die grössten Unterschiede an der norwegischen Küste, in der Umgebung Italiens und insbesondere über Südschweden.

Ein sehr interessanter und für die ausübende Witterungskunde

besonders beachtenswerther Gegensatz in der Häufigkeit zeigt sich im Frühjahr und Sommer auf dem nördlichen und südlichen Gebiete: in Schottland, im ganzen Nordseegebiete, in Südskandinavien sind im Frühjahre (April) die Minima am seltensten, dagegen im ganzen Gebiete südlich vom 50. Breitengrade zu derselben Jahreszeit (April, theilweise auch Mai) am häufigsten. Umgekehrt ist auf dem ersteren Gebiete die Frequenz im Sommer (August, Südschweden Juli) am grössten, auf letzterem zu dieser Jahreszeit (Juli, August) am geringsten.

Auf der Südhälfte der britischen Inseln ist die Häufigkeit im Frühjahr und Sommer gleich gross, auf dem Gebiete nördlich und nordöstlich davon, ganz Schweden eingeschlossen, fällt das Maximum der Häufigkeit auf den Sommer, weiter nördlich, etwa über dem Meere zwischen den Far-Öern und der norwegischen Küste auf den Herbst und endlich weiter nördlich an der nordnorwegischen Küste und in Lappland auf den Winter. — Dagegen südlich und südöstlich von den britischen Inseln findet das Maximum im Frühjahr statt.

Vergleichen wir meine für die 5 Jahre 1876—80 aufgestellte Tabelle mit der von Köppen veröffentlichten, für den Zeitraum vom September 1873 bis Dezember 1877, so finden sich so viele Abweichungen, sowohl in der Zahl wie in der Vertheilung der Minima, dass wir zu dem Schlusse kommen, dass der Zeitraum von 5 Jahren noch nicht genügt, um die mittlere Vertheilung der Minima mit Sicherheit feststellen zu können; jedoch dürften die oben ausgesprochenen Hauptzüge den vieljährigen Mitteln entsprechen.

Die Gründe der eigenthümlichen Vertheilung der Minima festzustellen ist schwierig, indessen sei bemerkt, dass die Häufigkeit des Auftretens der Minima am grössten ist in den Gegenden, wo Minima langsam fortschreiten und die Neigung zeigen, die Zugrichtung zu ändern und Schlingen zu bilden.

Von besonderer Wichtigkeit für den Sturmwarnungsdienst sind diejenigen Minima, welche stürmische Winde in ihrer Umgebung verursachen. Die Sturmcentra sind am häufigsten über Nordeuropa. Ein entschiedenes Maximum liegt über Südschweden. Ihre Zahl ist hier fast doppelt so gross, wie über gleichen Flächenräumen in Schottland, der Nordsee und dem norwegischen Meere, dreimal so gross als in England, dem südlichen Nordseegebiete und Norddeutschland, sechsmal so gross als in der Umgebung Italiens und endlich neunmal so gross als in Frankreich und Süddeutschland.

Der Jahreszeit nach fällt die Häufigkeit der Sturmcentra nicht ganz mit derjenigen der Minima überhaupt zusammen. Im Winter treten die häufigsten Sturmcentra auf im hohen Norden, über den britischen Inseln, vor dem Kanal und im nördlichen Deutschland, während das mittlere Schweden, ebenso die Gegend südlich vom weissen Meere entschiedene Minima der Häufigkeit aufweisen. — Im Frühjahre sind die Sturmcentra am gleichmässigsten über Europa vertheilt. Ein entschiedenes Maximum befindet sich in der Umgebung Italiens. Auffallender Weise sind in dieser Jahreszeit die Sturmcentren am seltensten über Südschweden, dem ganzen östlichen Ostseegebiete und der Nordsee. Im Sommer tritt die Häufigkeit allenthalben zurück, ohne jedoch überall das Minimum zu erreichen. In dem ganzen Gebiete südlich von der Nord- und Ostsee fehlen die Sturmcentra im Sommer fast gänzlich. Ueber Nordskandinavien, den britischen Inseln tritt ein Minimum der Häufigkeit ein, welches jedoch von der Frühjahrsfrequenz nur wenig verschieden ist. — Der Herbst weist ein Maximum auf in dem Meere zwischen den Far-Öern und Norwegen, in Finnland, Südschweden und den russischen Ostseeprovinzen.

g) Tiefe, Veränderlichkeit, Entstehen und Verschwinden der Minima.

Die mittlere Tiefe der Minima (Morgenpositionen) habe ich für den Zeitraum 1876—80 und für die Jahreszeiten in nachstehender Figur (Fig. 29) dargestellt.

In allen Jahreszeiten liegt die grösste mittlere Tiefe der Minima über dem Meere im Nordwesten Europas, die geringste über dem westeuropäischen Continente. Der Gegensatz ist besonders im Herbste am meisten entwickelt, in welcher Jahreszeit die mittlere Tiefe der Minima von 734^{mm} im Nordwesten der britischen Inseln bis auf 756^{mm} in der Alpengegend anwächst. Im Sommer ist dieser Unterschied am geringsten, kaum halb so gross als im Herbste, im Winter und Frühjahre ist derselbe allerdings beträchtlich, jedoch um einige Millimeter geringer als im Herbste.

Die von Köppen berechnete mittlere jährliche Tiefe für 1876 bis 1877 stimmt mit meinen Resultaten aus fünf Jahren vollkommen überein.

Vergleicht man die Karten, welche die mittlere Tiefe der Minima darstellen, mit den in der obigen Tabelle angegebenen

Zahlen für die Häufigkeit der Minima, so spiegelt sich zwar aus beiden der Gegensatz von Land und Wasser ganz deutlich wieder, jedoch ist ein entschiedener Zusammenhang der Häufigkeit mit der Tiefe, den man früher wohl annahm, im Allgemeinen nicht zu erkennen, so dass eine Gegend von Depressionen stark frequentirt werden kann, ohne dass diese durchschnittlich eine beträchtliche Tiefe erreichen. Südschweden und die mittlere Ostsee sind insbesondere im Sommer und Herbst von Depressionen sehr häufig besucht und doch ist die mittlere Tiefe derselben geringer als in den

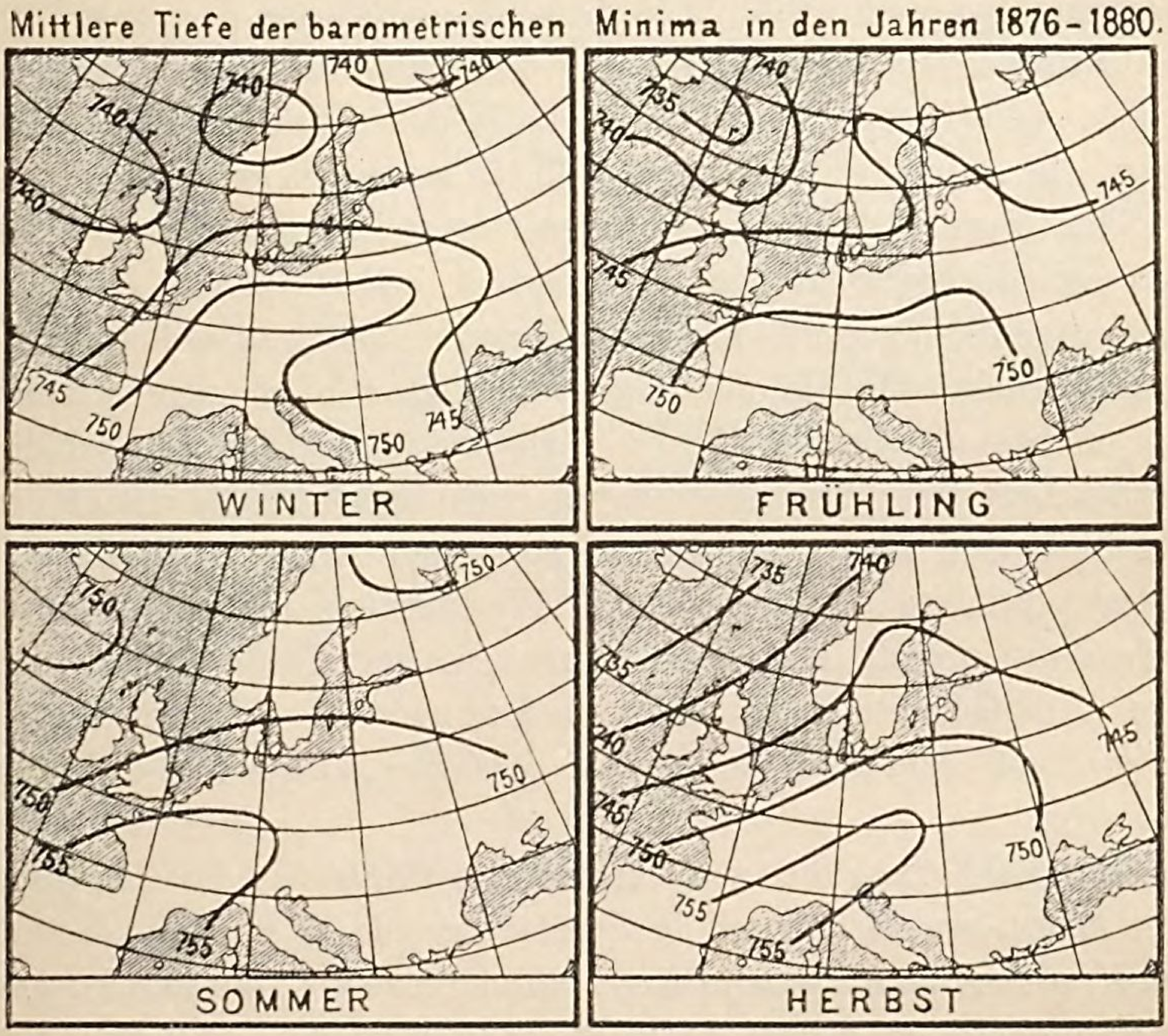


Fig. 29.

Gebieten östlich davon, wo die Depressionen viel seltener auftreten. Ebenso sind in der Umgebung Italiens die Minima in der kalten Jahreszeit am häufigsten, ohne dass sich dies in der mittleren Tiefe ausspricht.

Nach den Untersuchungen von Mohn und Hoffmeyer[158]) wird die Bildung der barometrischen Minima durch das verschiedene Verhalten von Land und Meer bedingt. Im Winter steigt über dem Meere der warme dampfreiche Luftstrom aufwärts, in der Höhe kehrt sich der Gradient um und hier fliesst die Luft nach denjenigen

Gegenden ab, welche kälter sind. Dieser Abfluss erfolgt um so leichter und rascher, je grösser die Temperaturverschiedenheiten zwischen den Gegenden des auf- und niedersteigenden Luftstromes sind. An der Stelle, wo der Luftstrom aufsteigt, wird auf diese Weise ein Luftdruckminimum entstehen, dessen Tiefe um so beträchtlicher ausfallen muss, je lebhafter die Luftabfuhr durch den aufsteigenden Luftstrom erfolgt. Die Bedingungen zur Bildung der Minima sind, wie Hoffmeyer nachgewiesen hat, im Winter über der Nord- und Ostsee, über dem schwarzen und kaspischen Meere, sowie über dem westlichen Mittelmeere vorhanden, insbesondere aber zeigen sich dieselben über dem im Winter stets offenen Meere nordwestlich von den britischen Inseln zwischen den kälteren Continenten Nordwesteuropas und Ostgrönlands, wo die Minima eine grosse Neigung haben, sich zu einer bedeutenden Tiefe zu entwickeln.

Die eben besprochenen Verhältnisse treten in der kälteren Jahreszeit durchaus in den Vordergrund und es zeigen die Curven grosse Aehnlichkeit mit denjenigen, welche die mittlere Vertheilung des Luftdruckes für diese Jahreszeit darstellen, aber auch im Sommer sind sie, wenn auch schwächer, vorhanden. Im Sommer erhält die erhitzte Luft über den Continenten einen mächtigen Auftrieb, während über dem Meere die kältere Luft liegt. Daher sollte man erwarten, dass im Sommer sich die Verhältnisse umkehren müssten, so dass die grösste Tiefe der Minima auf dem Continente zu suchen wäre. Im Gegentheil ist aber im Sommer die mittlere Tiefe der Minima auf dem Continente viel geringer, als in der kältesten Jahreszeit.

Die Erklärung dieser anscheinend auffallenden Erscheinung ist nach Mohn wahrscheinlich in dem Umstande zu suchen, dass über dem Meere keine nächtliche Ausstrahlung existirt, die mit derjenigen der Continente im Winter an Stärke verglichen werden kann. Setzen wir noch hinzu, dass im Sommer über dem stark erwärmten Meere die Luft mit Wasserdampf stets fast gesättigt ist und dadurch grössere Neigung zum Aufsteigen erhält, so ist klar, dass die Bedingungen zur Bildung barometrischer Maxima im Sommer über dem Meere nur gering vorhanden sind, und hierdurch wird der Abfluss der über dem Continente aufgestiegenen Luft, welcher ja zur Bildung und Entwickelung der Minima nothwendig ist, verhindert oder doch wenigstens erschwert.

Unsere Karte weist nach, dass die mittlere Tiefe der Minima vom Nordwesten der britischen Inseln nach Südost hin ziemlich

rasch successive abnimmt, indessen wird im westlichen Theile des Mittelmeeres dieses Abhängigkeitsverhältniss zwischen Tiefe und geogr. Breite compensirt. Dies gilt für alle Jahreszeiten, nur im Winter ist die mittlere Tiefe der Minima über dem Meere zwischen Corsica, Sardinien, Frankreich, Spanien ziemlich erheblich geringer, als diejenige über dem Binnenlande Frankreichs. Diese letztere Thatsache würden wir durch die Druckvertheilung im Winter auf Grundlage der Buchan'schen Isobarenkarte für Januar erklären können, wonach eine Zone hohen Luftdrucks (über 765^{mm}) von Nordamerika ostwärts quer über den atlantischen Ocean verläuft und sich über das westliche Mittelmeer bis nach Norditalien ausbreitet, allein Wojeikof u. A. weisen über jenem Meerestheile ein entschiedenes Minimum im Winter nach. In der That ist jene Gegend von Depressionen im Winter am stärksten frequentirt, so dass hiedurch der mittlere Barometerstand herabgedrückt wird, jedoch sind es nur flache Depressionen, welche daselbst zu dieser Jahreszeit meist nur eine kurze Existenz zu haben scheinen, so dass trotz des tieferen mittleren Luftdrucks die mittlere Tiefe der Minima doch nur gering ist.

Auffallend erscheint es, dass die mittlere Tiefe der barometrischen Minima, von Centraleuropa ausgehend, nach Ost und Nordost hin rasch zunimmt. Diese Thatsache ist um so auffallender, als diese Zunahme am allermeisten in der kälteren Jahreszeit, insbesondere im Winter und Herbst, und am allerwenigsten in der warmen Jahreszeit hervortritt. Denn im Winter lagert über dem asiatischen Continente ein hohes Luftdruckmaximum, im Sommer dagegen nimmt der Luftdruck nach Osten hin ganz beträchtlich ab. Aber im Winter ist die Strecke, welche von Finnmarken südostwärts nach dem Innern Russlands verläuft, sowie diejenige, welche, von Schottland ausgehend, ostwärts nach dem Innern Russlands hinführt, von Cyclonen sehr stark besucht, und wenn auch diese beim Betreten der russischen Binnenländer rasch an Tiefe abnehmen, so ist letztere doch immer noch erheblich, und grösser, als diejenige der Cyclonen über Europa. Andererseits ist das Gebiet zwischen der Adria und den Nordufern des schwarzen Meeres im Winter (und Herbst) ziemlich häufig von Cyclonen frequentirt, und diese zeigen eine Tendenz, mit Annäherung an das schwarze Meer an Tiefe zuzunehmen. —

Die grösste Tiefe der Minima ist in nachstehenden Kärtchen für die Jahreszeiten anschaulich dargestellt (Morgenpositionen).

Schon der Umstand, dass diese Darstellung in einfachen Curven geschehen kann, weist auf die Thatsache hin, dass wir es hier mit typischen Erscheinungen zu thun haben. Im Grossen und Ganzen tritt uns hier dasselbe Bild entgegen, wie bei der Darstellung der mittleren Tiefen. Auch hier treffen wir die extremsten Tiefen der Minima im Nordwesten der britischen Inseln, die geringsten in Südcentraleuropa und Südfrankreich; auch hier nimmt östlich und nordöstlich von Centraleuropa die grösste Tiefe zu, und

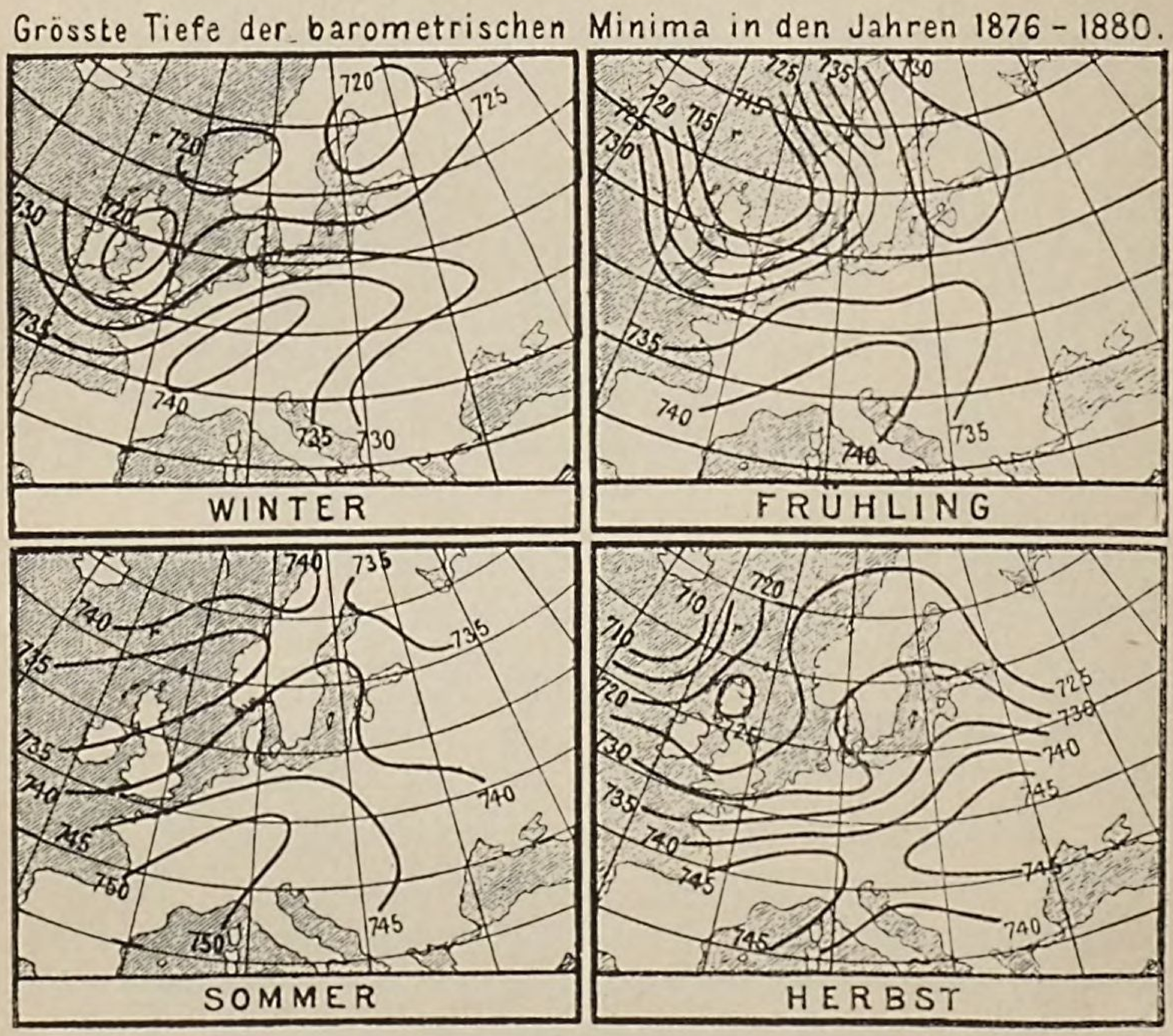


Fig. 30.

wird der Einfluss der Breite über dem westlichen Mittelmeer compensirt. Die grösste Tiefe der barometrischen Minima entfällt auf den Nordwesten Europas, wo am 12. November 1877 auf dem Ocean, westlich von Schottland, ein Minimum erschien, dessen Tiefe mindestens 709^{mm} betrug. Ueber der Nordsee kommen sehr beträchtliche Tiefen vor und auch über dem mittleren und nördlichen Ostseegebiete können noch bedeutende Tiefen sich zeigen, dagegen in der Alpengegend sinkt der Barometerstand in den Depressionen selten unter 740^{mm}.

In Bezug auf die tiefsten beobachteten Barometerstände vergleiche oben, Seite 182.

Es sei hier beiläufig ausdrücklich bemerkt, dass die Intensität der Minima nicht allein von ihrer Tiefe abhängt, sondern auch bedingt wird von der Luftdruckvertheilung in der Nachbarschaft, so dass diejenigen Minima die intensivsten sind, bei denen der Luftdruck am raschesten nach aussen hin zunimmt oder die Gradienten am steilsten sind. In weitaus den meisten Fällen sind allerdings die tieferen Minima auch die intensiveren.

Für das Gebiet nördlich und westlich von Schottland, für die Nordsee und ganz Deutschland fielen die grössten Tiefen auf den Frühling oder Herbst, für alle übrigen Gebietstheile, auch für Westrussland, auf den Winter, für keine Gegend auf den Sommer, und hierin sprechen sich einerseits der ruhige Witterungscharakter in der wärmeren Jahreszeit, der nur zeitweise durch Gewittererscheinungen unterbrochen wird, andererseits die häufigen Stürme in der kälteren Jahreszeit aus.

Da die tiefsten Depressionen hauptsächlich über Nordeuropa, insbesondere über dem nordwestlichen auftreten, so ist offenbar, dass für unsere Gegenden stürmische Luftbewegung am allerhäufigsten aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung erfolgt. —

Veränderlichkeit der Minima. Die Summen und Mittel der Aenderungen der Tiefe der barometrischen Depressionen, bezogen auf zwei aufeinanderfolgende Morgenpositionen, sind in den „Wissenschaftlichen Ergebnissen aus den monatlichen Uebersichten der Witterung für die Jahrgänge 1876 und 1877“ dargestellt. Um diesen Gegenstand genauer studiren zu können, schien es mir zweckentsprechend, bei Ausdehnung des Materials auf volle 5 Jahre, auf die einzelnen Gebietstheile Rücksicht zu nehmen und für die verschiedenen Jahreszeiten die Veränderlichkeit der Minima in den einzelnen Feldern zu berechnen. Obgleich 5 Jahrgänge nicht genügen dürften, auch nur annähernd normale Mittel zu erhalten, so geben diese Mittel doch ein ziemlich gutes Bild über diese Verhältnisse, welches sich im Laufe der Zeit, bei Anwendung eines grösseren Materials, immer deutlicher gestalten wird.

Die mittlere Veränderlichkeit der barometrischen Minima, welche in den nachstehenden Kärtchen veranschaulicht ist, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, ist im maritimen Europa im Allgemeinen grösser, als im continentalen. Dabei zeigen die verschiedenen Jahreszeiten ziemlich starke Abweichungen. Nur im mediterranen Gebiete bleibt

sich die mittlere Veränderlichkeit zu allen Jahreszeiten ziemlich gleich, dagegen zeigt sich für das übrige Westeuropa ein entschiedener Gegensatz in der kälteren und wärmeren Jahreszeit. Im Winter ist die Veränderlichkeit der Minima über Nordwesteuropa am grössten, auch Nordosteuropa und Nordcentraleuropa betheiligen sich daran, im Frühjahr und Herbst wird die Veränderlichkeit in den beiden letzteren Gebietstheilen geringer und im Sommer kehren sich die Verhältnisse fast total um, indem jetzt die geringste Veränderlichkeit im hohen Nordwesten, die grösste im Südosten sich

Mittlere Veränderlichkeit d. barom. Minima i. d. Jahren 1876-1880.

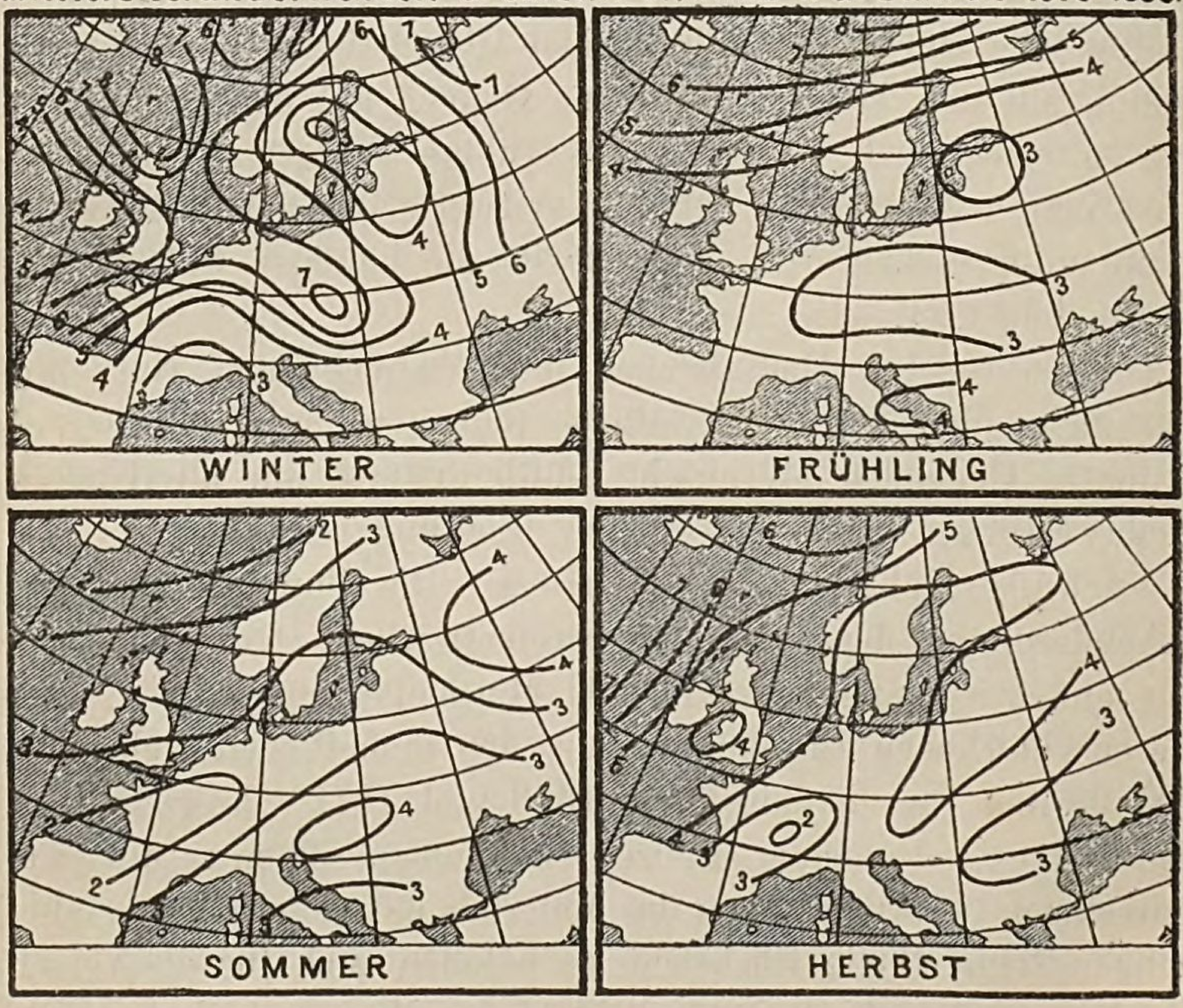


Fig. 31.

zeigt. Merkwürdiger Weise durchzieht im Sommer ein Streifen geringer Veränderlichkeit Frankreich, Norddeutschland und die russischen Ostseeprovinzen.

Ueberhaupt ist die Veränderlichkeit im Winter erheblich grösser, als im Sommer und hiemit stimmt wieder die Thatsache, dass in der wärmeren Jahreszeit die Luftdruckvertheilung und die Geschwindigkeit der Luftbewegung geringeren Schwankungen ausgesetzt sind, als in der kälteren.

In den Kärtchen beziehen sich die Mittel auf die Aenderungen

des Barometerstandes in der Zeit von einer Morgenposition des Minimums bis zur nächstfolgenden Morgenposition.

Im Allgemeinen nimmt die Tiefe der Minima mit Annäherung an die europäischen Küsten ab, auch das Nordsee- und südliche Ostseegebiet zeigen entschieden diese Tendenz. Dies gilt für alle Jahreszeiten, insbesondere für den Winter, und diesem Umstande haben wir es zu danken, dass die Gewalt der vom Westen her kommenden Stürme schon über den britischen Inseln oder der Nordsee gebrochen wird.

Von besonderem Interesse ist das Resultat meiner Untersuchung des Einflusses derjenigen Minima auf die Witterung an unserer Küste, welche in dem Gebiete der britischen Inseln zuerst sich zeigten. In den Monaten von September bis Februar inclusive des Zeitraumes 1876—80 erschienen daselbst ca. 154 Minima (Herbst 79, Winter 75); stürmische Winde auf den britischen Inseln erzeugten 102 (65%, Herbst 65%, Winter 66%), davon auch an der deutschen Küste 50 (32%, Herbst 33%, Winter 32%); 8 (5%, Herbst 5%, Winter 5%) unter diesen waren auf den britischen Inseln und an der deutschen Küste gleichzeitig stürmisch, überraschten also unsere Küste mit stürmischer Witterung. Nur 14 Minima (9%, Herbst 8%, Winter 9%) waren über den britischen Inseln nicht stürmisch, dagegen für unsere Küsten Sturmcentra. Die noch übrigen 38 Minima 25%, Herbst 28%, Winter 21%) verursachten weder über den britischen Inseln noch an der deutschen Küste stürmische Luftbewegung. Die frühere Ansicht, wonach weitaus die meisten Minima, welche über den britischen Inseln stürmisch auftreten, diesen Charakter auch für unsere Küste behalten sollen, ist also zweifellos unrichtig, vielmehr haben die Stürme, die von Westen kommen, im Allgemeinen die entschiedene Tendenz bei Annäherung an unsere Küste an Stärke nachzulassen. Dagegen existirt an der Küste von Finnmarken eine entschiedene Neigung der Minima sich zu vertiefen, ausser im Frühjahre, in welcher Jahreszeit dieser Gebietstheil auch seltener von Depressionen besucht wird.

Haben die Minima das Festland südlich der Nord- und Ostsee einmal betreten, so nimmt im Sommer bei weiterem Fortschreiten in der Regel die Tiefe zu, und erstreckt sich diese Tendenz auch über das mediterrane Gebiet, Westrussland, Finnland und Nordskandinavien, eine Erscheinung, die jedenfalls mit der starken Erwärmung des europäischen Continentes im Sommer zusammenhängt. Im Herbst und ganz besonders im Winter zeigt sich eine entschie-

dene Neigung der Depressionen zur Verflachung in dem Gebiete östlich der Ostsee, denn jetzt ist ja der osteuropäische Continent viel kälter als der ganze Westen.

Die Häufigkeit des Entstehens und Verschwindens der Cyclonen für die einzelnen Gebietstheile und die jährliche Periode habe ich für den Zeitraum von 5 Jahren kartographisch dargestellt [159], allein diese Darstellung ergab kein entschiedenes Resultat. Indessen erscheint eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes von nicht geringer Bedeutung für die ausübende Witterungskunde zu sein.

h) Fortpflanzung der barometrischen Minima.

α) Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima.

Es ist eine bereits allbekannte Thatsache, dass die Geschwindigkeit der barometrischen Minima ausserordentlich grossen Schwankungen unterworfen ist: manchmal erscheinen dieselben fast stationär, manchmal schreiten sie mit Sturmesgeschwindigkeit weiter. In nachstehender Tabelle wurden die mittleren Geschwindigkeiten der Minima nach den einzelnen Jahrgängen und Monaten übersichtlich zusammengestellt. Die Weglängen, welche in Myriametern ausgedrückt sind, beziehen sich auf je zwei aufeinanderfolgende Morgenpositionen, wobei die Bahnkrümmungen möglichst berücksichtigt wurden. In der zweiten nachstehenden Tabelle ist die Anzahl dieser Weglängen in den einzelnen Monaten und Jahren angegeben, welche bei der ersten Tabelle in Rechnung gezogen wurden — Angaben, welche für die Beurtheilung der Bedeutung der Mittelwerthe unerlässlich sind.

Die Monatsmittel der einzelnen Jahrgänge zeigen erhebliche Schwankungen und auch die Mittel für die Jahreszeiten weichen noch beträchtlich von einander ab, so dass sich hierin die grosse Veränderlichkeit in der Geschwindigkeit der Minima ausspricht. Dagegen geben die einzelnen Jahresmittel ziemlich constante Werthe, welche hiernach nur innerhalb naheliegender Grenzen zu schwanken scheinen. Die mittlere Geschwindigkeit der 1676 Minima, welche sich in diesem Lustrum über Westeuropa zeigten, betrug 64,2 Myriameter in 24 Stunden (oder 27^{km} pro Stunde $= 7{,}4^{m}$ pro Secunde), eine Geschwindigkeit, welche ungefähr derjenigen eines mässigen Windes entspricht. Die Geschwindigkeit ist im Juli und August

am geringsten, wächst dann rasch bis zum October, in welchem Monate das Maximum eintritt, und nimmt dann in den folgenden Monaten zuerst langsam, dann (im Frühjahre) rasch ab.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima in den Jahren 1876—80.

Myriameter in 24 Stunden.

Jahr	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
1876	66	46	56	65	60	46	58	71	68	61	98	64	56	58	66	72	62,7
77	71	81	68	77	63	52	72	49	59	61	65	61	73	61	57	62	62,6
78	68	70	69	73	66	72	57	49	67	66	78	67	69	72	58	69	66,6
79	80	85	74	60	62	50	54	53	35	68	77	73	78	57	47	69	61,7
80	66	58	84	53	68	70	63	56	50	78	71	93	69	65	57	78	67,3
Mittel	69,3	67,3	69,4	67,6	62,6	56,9	60,9	54,9	54,2	66,7	73,2	72,0	68,7	62,0	56,3	70,6	64,2

Anzahl der in Rechnung gezogenen Fälle.

Jahr	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
1876	22	20	36	31	21	29	17	20	17	25	19	27	78	81	54	71	284
77	29	23	24	34	47	51	19	45	40	45	34	20	76	132	104	99	411
78	17	27	10	29	12	21	17	25	24	18	14	31	54	62	66	63	245
79	22	14	25	20	37	37	28	26	28	21	23	27	61	93	82	71	307
80	50	22	26	18	29	33	45	40	44	37	57	28	98	80	129	122	429
Summe	140	106	121	132	153	163	126	156	153	146	147	133	367	448	435	426	1676

Für die Vereinigten Staaten erhielt Loomis nach seinen neuesten Untersuchungen [160]) aus den Wetterkarten des Signal Service für den Zeitraum 1872—84 (Myriameter in 24 St.):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
129	130	133	121	106	98	94	95	87	95	107	115	111

Ebenso fand Loomis aus dem Internationalen Bulletin des Signal Service für den Zeitraum von 1879—82 für die mittleren Breiten des nordatlantischen Oceans*):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
71	67	76	76	75	64	68	61	63	66	72	77	70

Die mittlere Geschwindigkeit ist also in den Vereinigten Staaten bedeutend grösser als in Europa, etwas weniger als doppelt so gross, auf dem mittleren nordatlantischen Ocean ist sie grösser als in Europa, kleiner als in Nordamerika; so dass also die mittlere Geschwindigkeit von Nordamerika ostwärts über den Ocean hinaus nach Europa abnimmt. Hiernach ist also die Ansicht, dass die Cyclonen, welche den nordatlantischen Ocean durchziehen, eine geringere Geschwindigkeit hätten, als diejenigen auf dem nordamerikanischen und dem

*) Früher hatte Loomis aus dem Atlas des Mouv. gén. de l'atmosph. (1864, II. Semester und 1865, 134 Fälle) erhalten 78 Myriameter und nach den Hoffmeyer'schen Karten (49 Fälle) 74 Myriameter in 24 Stunden.

europäischen Continente, unrichtig. Vielleicht dürfte dieses Verhalten dadurch zu erklären sein, dass die Winde auf der Vorderseite der Cyclonen auf dem amerikanischen Continente grossentheils Seewinde, in Europa Landwinde sind, während auf dem Ocean die Verhältnisse auf allen Seiten der Cyclonen nahezu dieselben sind.

Die Aenderung der Geschwindigkeit der Cyclonen ist auf den drei in Betracht fallenden Gebieten nicht unähnlich. In Nordamerika und in Europa fällt das Minimum der Geschwindigkeit auf den August, über dem atlantischen Ocean auf den Juli. In Amerika fällt das Hauptmaximum im Februar zusammen mit einem secundären Maximum in den übrigen Gebieten, während hier das Hauptmaximum erst im October (Europa) und November (atlantischer Ocean) stattfindet. Diese unverkennbare Uebereinstimmung auf dem grossen Gebiete zwischen dem Felsengebirge und dem Ural giebt einen wichtigen Fingerzeig dafür, dass ganz allgemeine Ursachen den Bewegungen der Minima zu Grunde liegen.

Um die Grösse der Schwankung in der Geschwindigkeit überhaupt und in der jährlichen Periode übersehen zu können, ordnete ich alle Weglängen in den einzelnen Monaten nach Gruppen von 10 zu 10 Myriametern Geschwindigkeit und erhielt folgende Zusammenstellung:

Häufigkeit der verschiedenen Weglängen (Myriameter in 24 Stunden).

Weglänge.	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	5 Jahre
1—20	8	9	7	8	8	10	9	14	12	11	11	5	24	26	35	27	112
21—30	8	7	14	11	10	26	16	23	16	6	11	12	29	47	55	29	160
31—40	10	10	7	12	18	21	11	20	19	19	7	16	27	51	50	42	170
41—50	12	17	19	18	25	24	18	23	19	18	15	9	48	67	60	42	217
51—60	20	12	18	12	17	21	18	14	15	14	17	19	50	50	47	50	197
61—70	14	13	7	14	26	16	11	19	14	12	15	9	34	56	44	36	170
71—80	17	10	11	6	10	14	8	15	19	10	14	15	38	30	42	39	149
81—90	12	7	12	12	9	8	6	6	9	18	20	12	31	29	21	50	131
91—100	13	6	7	9	9	7	9	11	8	9	7	17	26	25	28	33	112
101—110	7	1	4	7	7	4	5	2	4	2	11	8	12	18	11	21	62
111—120	6	4	2	7	5	3	9	3	5	5	4	5	12	15	17	14	58
121—130	6	1	7	5	3	4	3	1	1	7	4	3	14	12	5	14	45
131—140	4	1	5	3	4	2	2	2	1	2	2	4	10	9	5	8	32
141—150	4	2	3	3	0	0	0	1	0	0	5	7	9	3	1	12	25
über 150	4	8	3	5	0	2	0	1	1	0	5	1	15	7	2	4	30
1—65	65	61	68	68	91	110	78	104	88	75	68	66	194	269	270	209	942
66—100	49	30	34	34	41	37	28	41	43	43	49	48	113	112	112	140	477
über 100	31	17	25	30	19	15	19	10	12	16	81	28	72	64	41	75	252

In der Tabelle sind die Geschwindigkeiten ausgeschieden in solche, welche unter 65 Myriametern (welche Zahl ungefähr dem

Mittel entspricht) liegen, und in solche, welche diesen Werth übertreffen, letztere wiederum in 2 Gruppen von resp. unter und über 100 Myriametern Geschwindigkeit. Auf diese Weise finden wir, dass die Häufigkeit der unter 65 Myriameter langen Bahnstrecken (um etwa 1,3 mal) grösser ist, als die derjenigen, welche diesen Werth überschreiten, und dass der dritte Theil aller über dem Mittel liegenden Weglängen grösser ist, als 100 Myriameter. Ueberhaupt verhalten sich die letzten Zahlen der Tabelle nahezu wie 4 : 2 : 1. In den verschiedenen Monaten jedoch zeigen diese Verhältnisse ganz bedeutende Abweichungen: in den Monaten November, December, insbesondere aber im October, überwiegen die über dem Mittel liegenden Bahnstrecken ganz entschieden, in den übrigen Monaten dagegen die kürzeren, insbesondere im Mai und Juli, in welchen Monaten auf 11, resp. auf 10 kürzere Bahnen nur 5 längere kommen. Sehr lange Bahnen, über 150 Myriameter, sind am häufigsten in der kälteren Jahreszeit: auf den Winter allein entfällt die Hälfte, auf den Frühling der vierte und auf den Herbst der fünfte Theil dieser Bahnen.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima. Myriameter in 24 Stunden.
1876—1880.

Feld	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Somm.	Herbst	Jahr
a	76	44	67	60	63	61	63	—	32	84	60	76	63	62	48	73	63,6
b	65	118	62	57	62	44	98	54	84	55	58	89	70	54	60	67	64,7
c	83	123	103	68	57	64	31	22	68	67	50	74	102	61	54	60	69,8
d	97	90	54	69	61	71	79	46	64	66	74	80	79	65	70	72	69,9
e	108	82	69	126	66	52	42	97	46	60	17	107	86	62	56	73	69,1
f	100	76	77	83	64	63	67	54	29	72	67	86	86	66	48	77	69,7
g	—	76	35	67	30	45	50	68	60	79	103	50	52	43	58	74	54,2
h	76	99	68	68	49	44	66	59	72	75	100	75	77	52	66	83	68,3
i	92	62	48	90	81	62	87	51	55	87	101	79	66	76	65	86	73,8
j	82	46	57	94	69	64	65	88	64	64	142	47	66	73	70	72	70,4
k	60	62	54	80	43	78	49	38	47	—	106	39	58	61	46	52	54,3
l	110	56	69	79	32	41	52	73	51	78	51	—	75	53	63	78	62,5
m	95	62	105	105	50	30	64	36	26	59	83	78	89	63	41	71	64,4
n	57	88	80	60	103	82	40	44	76	53	82	39	72	78	59	60	65,8
o	74	98	56	81	116	66	54	75	61	44	70	67	72	79	64	61	68,1
p	77	60	57	103	62	63	42	51	50	57	81	61	48	77	49	68	57,5
q	49	85	55	57	56	74	66	60	77	57	63	58	58	64	67	60	61,5
r	81	50	79	57	—	72	40	51	92	57	—	71	62	62	58	64	61,9
s	—	63	65	66	—	50	62	55	80	95	70	103	64	61	61	90	70,6
t	90	63	86	64	84	58	74	48	56	55	121	85	82	88	61	84	79,1
u	74	94	77	71	64	51	59	48	95	54	84	89	81	56	55	77	67,1
v	55	104	62	47	45	43	41	44	41	60	42	84	69	45	42	51	50,0
w	—	33	72	32	40	68	46	47	32	57	59	94	52	48	40	64	50,7
x	111	73	112	42	—	—	—	52	69	140	89	50	92	42	58	78	81,9
y	48	67	100	84	50	46	106	69	—	108	78	56	70	65	94	86	76,5
z	106	41	55	65	82	70	46	62	42	57	63	85	72	72	51	68	66,6

Von grösserer Bedeutung für die ausübende Witterungskunde ist die Kenntniss der mittleren Geschwindigkeiten der barometrischen Minima für die einzelnen Gebietstheile Europas, indem wir so Anhaltspunkte gewinnen, zu entscheiden, ob die Depressionen in einer bestimmten Gegend und in einer bestimmten Jahreszeit mehr oder wenig Neigung zeigen, stationär zu werden, oder ihren Ort rasch zu verändern. In umstehender Tabelle sind die mittleren jährlichen Geschwindigkeiten dargestellt. Die zu den einzelnen Feldern (vergl. Fig. 28) gehörigen Zahlen geben die Weglängen in Myriametern an, welche die Minima in den nächstfolgenden 24 Stunden zurücklegten.

Aus umstehender Tabelle geht hervor, dass die mittleren Geschwindigkeiten der Minima sowohl in den einzelnen Gebietstheilen, als auch in den verschiedenen Jahreszeiten bedeutend von einander abweichen. Mit dem allgemeinen Mittel verglichen ist dieselbe im Westen der britischen Inseln, sowie über Finnland, Südschweden und dem westlichen Russland zu gering, über Italien und Umgebung nahezu normal, in allen übrigen Distrikten Westeuropas zu gross. Bemerkenswerth sind die auffallend grossen und fast gleichwerthigen Jahresmittel der Geschwindigkeiten über Frankreich, dem südlichen Nordseegebiete, Deutschland und Oesterreich-Ungarn, und die Abnahme derselben nordostwärts nach dem Ostseegebiete und dem Innern Russlands hin. Sind es zwar meistens nur flache Depressionen, welche durch erstere Gebiete ihren Weg nehmen, so haben diese doch auf die Aenderungen der Witterung einen häufig durchgreifenden Einfluss und sind insbesondere für Bewölkungsverhältnisse und Niederschläge von hervorragender Bedeutung. Dieser Umstand ist der Wirksamkeit der ausübenden Witterungskunde desswegen ungünstig, weil gerade die am wenigsten typischen Erscheinungen bei ihrem raschen Fortschreiten am allermeisten unsere Vermuthungen täuschen. Andererseits erscheint es von der grössten Schwierigkeit, jene kleinere Bildungen bei Aufstellungen von Witterungsaussichten gehörig zu berücksichtigen und den wahrscheinlichen Verlauf derselben mit einiger Sicherheit zu beurtheilen.

Was die geographische Vertheilung der mittleren Geschwindigkeiten in den einzelnen Jahreszeiten betrifft, so soll nur noch hervorgehoben werden, dass die oben erwähnte Tendenz der Minima, im Ostseegebiete stationär zu bleiben, durch alle Jahreszeiten vorhanden ist, nur im Frühjahre und Herbst bietet Südschweden eine

Ausnahme, indem es den Depressionen keine Raststelle mehr gewährt, eine Thatsache, die höchst wahrscheinlich in der gleichmässigeren Vertheilung der Wärme über Land und Meer ihre Ursache hat. Im Nordseegebiete zeigt sich im Allgemeinen keine Tendenz der Minima, stationär zu bleiben. Im Sommer ist die geringere Geschwindigkeit der Minima beim Betreten der europäischen Küsten sehr deutlich ausgeprägt.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima scheint von verschiedenen Umständen abhängig zu sein, so von der jeweiligen horizontalen und vertikalen Druck- und Temperaturvertheilung und den davon abhängigen Winden an der Erdoberfläche und in der Höhe, von den Feuchtigkeitsverhältnissen über Wasser oder Land, von dem in der Cyclone und ihrer Umgebung sich vollziehenden Regenfall, von der Form der Intensität und den Aenderungen der Cyclonen selbst. Aus einer Vergleichung von 43 Fällen, in welchen die Cyclonen einen grösseren Weg als 161 Myriameter in 24 Stunden zurücklegten und 52 andere, in welchen die Geschwindigkeit geringer war, als 39 Myriameter in 24 Stunden, schliesst Loomis für die Vereinigten Staaten, dass 1) die Windgeschwindigkeit in einer Cyclone keinen sehr bedeutenden Einfluss auf die Grösse der Fortbewegung derselben haben könne; 2) dass die Grösse des Regenfalls nicht die einzige Ursache des raschen Fortschreitens sein kann; 3) dass aber mit der Zunahme der Intensität auch die Geschwindigkeit der Fortbewegung der Cyclonen wächst.

Für Europa wollen wir diese sehr interessante Frage zunächst untersuchen in Bezug auf die Tiefe, auf die Intensität und auf die Aenderung der Tiefe; weiter unten werden wir nochmals auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima mit Bezug auf ihre Tiefe.

	Tiefe und Geschwindigkeit							Anzahl der Fälle						
1876—1880	730 u. darunt.	731—735 mm	736—740 mm	741—745 mm	746—750 mm	751—755 mm	über 755 mm	730 u. darunt.	731—735 mm	736—740 mm	741—745 mm	746—750 mm	751—755 mm	über 755 mm
Winter (Myriameter)	72	66	81	74	71	71	63	46	30	56	47	67	44	35
Frühlg. (Myriameter)	60	68	67	65	66	61	56	27	35	32	69	103	95	31
Sommer (Myriameter)	—	46	60	59	59	61	57	0	7	23	58	114	89	54
Herbst (Myriameter)	75	68	71	73	70	82	54	25	28	48	76	82	68	48
Jahr (Myriameter)	69,3	65,9	72,2	67,6	65,4	67,2	57,1	98	100	159	250	366	296	168

Zuvörderst wollen wir uns mit der Frage beschäftigen, ob tiefe Depressionen eine grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben,

als flache. Um hierüber hinreichenden Aufschluss zu erhalten, wurden im Ganzen 1437 Fälle untersucht, indem die Geschwindigkeiten nach der Tiefe der Minima von 5 zu 5^{mm} gruppirt wurden; dadurch gelangte ich zu umstehender Tabelle.

Ein Abhängigkeitsverhältniss zwischen Tiefe und Geschwindigkeit der Minima in den Jahresmitteln zeigt sich, obwohl nur schwach, wenn man die mittleren Werthe für noch grössere Gruppen berechnet: 357 Minima unter 740^{mm} legten im Mittel 69·6, 610 Minima zwischen 740 und 750^{mm} im Mittel 66·3 und 464 Minima über 750^{mm} im Mittel 63·5 Myriameter in 24 Stunden zurück.

Entschiedener gestaltet sich das Abhängigkeitsverhältniss zwischen Geschwindigkeit und Intensität der Minima, wie aus nachstehender Zusammenstellung, bei welcher 426 Fälle in Rechnung kamen, hervorgeht. In dem ersten Theil der Tabelle (a) habe ich die Geschwindigkeiten derjenigen Minima für die einzelnen Monate und Jahreszeiten zusammengestellt, welche in ihrer Umgebung irgendwo stürmische Winde (Stärke 8 der Beaufort'schen Scala) erzeugten.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima mit Bezug auf ihre Intensität.

a) Sturmcentren.

1876—1880	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
Geschwindigkeit . .	76	80	73	78	60	64	76	72	62	57	76	72	76	68	68	70	71,4
Anzahl der Fälle . .	60	40	35	36	27	19	16	15	31	37	58	52	135	82	62	147	426

b) Solche Minima, welche in ihrer Umgebung keine stürmische Winde erzeugten.

1876—1880	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
Geschwindigkeit . .	64	55	68	64	63	56	59	53	52	70	71	72	64	60	57	71	62,6
Anzahl der Fälle . .	80	66	86	96	126	144	110	141	122	109	89	81	232	366	373	279	1250

Hienach ist die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Sturmcentren im Allgemeinen grösser, als diejenige der weniger intensiven Minima, und zwar im Verhältnisse von nahezu 8:7. Die grössten Unterschiede entfallen auf die kältesten Monate December und Januar einerseits, und auf die wärmsten Monate Juni und Juli anderseits, auch im März und August sind die Unterschiede noch bedeutend, die geringsten kommen auf den Herbst, ja im September findet das umgekehrte Verhältniss statt.

Auch steht die Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit der Aenderung der Tiefe in einem bestimmten Zusammenhange. Um dies übersehen zu können, ordne ich die Weglängen der Minima nach der Aenderung des Barometerstandes im Centrum von 5 zu 5^{mm} und erhalte folgende Tabelle:

Mittlere Geschwindigkeit der Minima in Bezug auf die Aenderung ihrer Tiefe.

	Aenderung der Tiefe							Anzahl der Fälle						
	Abnahme				Zunahme			Abnahme				Zunahme		
		+	+		−	−			+	+		−	−	
1876—80	über 10	6—10	1—6	± 0	1—5	6—10	über 10 mm	über 10	6—10	1—6	± 0	1—5	6—10	über 10 mm
Winter .	67	70	66	66	71	91	91	24	59	111	23	85	24	9
Frühling	59	59	61	54	68	68	78	13	38	143	42	126	27	6
Sommer .	47	56	55	53	63	66	71	6	15	116	50	121	33	7
Herbst .	47	69	68	66	76	84	78	10	52	130	26	109	41	5
Jahr . .	58,9	65,8	62,5	57,8	69,2	77,0	80,7	53	164	500	141	441	125	27

Nach dieser Zusammenstellung ist in allen Jahreszeiten die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima mit zunehmender Tiefe grösser, mit abnehmender Tiefe geringer, und hieraus folgt, dass die Ursachen, welche die weitere Entwickelung der Minima bedingen, auch gleichzeitig eine Beschleunigung der Fortpflanzung hervorrufen. Eigenthümlich ist die geringe Geschwindigkeit der Minima mit unveränderter Tiefe und zwar für alle Jahreszeiten, im Mittel ist sie nahezu derjenigen gleich, welche den rasch sich ausfüllenden Depressionen zukommt.

Diese Resultate sind für den Sturmwarnungsdienst insofern ungünstig, als intensive und rasch sich entwickelnde Depressionen auch am raschesten fortschreiten und so unsere Küsten mitunter mit Sturm überraschen können, ehe noch ein Warnungssignal gehisst werden kann.

β) Fortpflanzungsrichtung der barometrischen Minima.

Die Fortpflanzungsrichtung der Minima bietet gegenwärtig für die ausübende Witterungskunde ein ausserordentlich wichtiges Moment, indem hierdurch die Temperatur, die Niederschlagsverhältnisse, die Bewölkung und überhaupt der Witterungscharakter für ganze Länderstrecken grösstentheils bedingt werden. In neuerer Zeit sind vielfache Versuche gemacht worden, Anzeichen aufzufinden, woran man die Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen für die nächste Zeit erkennen könne, allein meistens entbehrten die so erhaltenen Resultate einer sicheren Begründung und erwiesen sich auch bei der Anwendung auf die Praxis nicht stichhaltig. Es erscheint mir daher wichtig, diejenigen Forschungsergebnisse hier anzuführen, welche auf empirischer Grundlage ruhend, der Wirklichkeit am nächsten kommen dürften, und, wie ich des Näheren nachweisen werde, eine brauchbare Handhabe für die Wetterprognose geben.

Bereits im Jahre 1872 stellte Clement Ley die Ergebnisse seiner

Studien über Luftströmungen in 11 Sätze zusammen[161]), welche wir mit Hinweglassung der beiden ersteren, die sich auf die Form der barischen Gebiete und auf die Eintheilung derselben in Cyclonen und Anticyclonen beziehen, hier wiedergeben wollen.

1) „Gebiete niederen Druckes haben die Neigung in aussertropischen Breiten mehr oder weniger schnell ostwärts sich zu bewegen. Gebiete hohen Druckes folgen, wenn sie geringe Ausdehnung haben, gewöhnlich der Bewegung der benachbarten Depressionen; wenn ihre Ausdehnung gross ist, bewegen sie sich viel langsamer und häufig erratisch und sind zuweilen für einen längeren Zeitraum stationär.

2) Die Richtung der Bewegung schwankt in Westeuropa zwischen NNE und SSE und ist primär abhängig von der allgemeinen vorhergehenden Vertheilung der umgebenden Temperaturen, indem jedes Depressionsgebiet die Neigung hat, mit einem Winkel von 45° gegen die niederen Isothermen fortzuschreiten.

Diese Fortpflanzung ist indessen häufig gestört, weil

3) gebirgige Landschaften, sowie grosse Küstenlinien eine anziehende und eine zurückhaltende Wirkung auf die Depression ausüben.

4) Ausgedehnte Gebiete sehr hohen Luftdruckes verzögern, lenken ab oder beschleunigen die Bewegung der Depressionen, indem jede Depression mit der grössten Leichtigkeit in der Richtung wandert, bei welcher sie den höchsten allgemeinen Luftdruck auf der rechten Hand ihrer Bahn hat (in der nördlichen Hemisphäre und umgekehrt in der südlichen).

5) Depressionsgebiete sind sowohl für ihre erste Entwickelung, als ihre fernere Ausdehnung von Niederschlägen abhängig, welche auch das Mittel sind, durch das die unter 2 und 3 angeführten Ursachen wirken. Starke und ausgedehnte Niederschläge gehen stets ihrer ersten Entstehung voraus und begleiten ihre Erweiterung, und deren Aufhören geht dem Zusammenschrumpfen oder der Vertheilung der Depressionen unmittelbar vorher.

6) Dieser Einfluss der Niederschläge, als einer Störungs- und Bewegungsursache, ändert sich gewöhnlich umgekehrt wie die allgemeine Temperatur der Atmosphäre.

7) Die obern Strömungen haben zwar im Allgemeinen die Tendenz, Gebiete hohen Druckes zu ihrer Rechten zu lassen (wobei sie indessen von den ausgedehnteren Drucksystemen abhängen und verhältnissmässig unbeeinflusst von sehr eng begrenzten barischen Gebieten bleiben), sie weichen jedoch erheblich vom Buys-Ballotschen Gesetze ab.

8) Obere Luftströmungen zeigen, in einem grossen Procentsatz aller Fälle, eine entschiedene centrifugale Tendenz über den Gebieten niederen Luftdruckes und eine centripentale über jenen hohen Luftdruckes.

9) Die Axe einer fortschreitenden Depression ist gewöhnlich rückwärts geneigt."

Diese Sätze sind von Köppen [162]) eingehend besprochen worden; zunächst wurden die als irrig anerkannten Sätze 3, 5 und 6 durch folgenden ersetzt:

„Gebirgige Gegenden werden trotz ihres Regenreichthums seltener von Depressionscentren frequentirt, als die umliegenden Flachländer und Meere; überhaupt ist ein Einfluss der Niederschläge zwar nicht ausgeschlossen, aber durchaus noch nicht klargestellt und jedenfalls nur sehr mittelbar vorhanden." (Vgl. oben Seite 214 u. 256.)

Derselben Ansicht scheint sich auch Loomis in seinen letzten Arbeiten zuzuneigen.

Den Ley'schen Sätzen fügt Köppen noch die vier folgenden hinzu, deren ersten er selbst als theilweise hypothetisch hinstellt:

a) „Die Richtung der Luftströme ist in unseren Breiten in der Entfernung von etwa 500 bis 3500^{m} von der Erdoberfläche durchschnittlich fast parallel den Isobaren der betreffenden Schichte, während sie in der unteren Luftschicht 0—8 Strich nach der Seite des niederen Druckes und in der Schicht von 3500 bis 9000^{m} um 0—2 Strich nach jener des höheren Luftdruckes von der Isobare der betreffenden Schicht abweicht.

b) Weil der Druck in warmer Luft langsamer mit der Höhe abnimmt, als in kalter, so ändern sich nach aufwärts die Gradienten — abgesehen von ihrer Proportionalität mit dem Luftdrucke — in der Weise, dass ein Ueberdruck auf Seite der wärmeren Luftsäulen entsteht.

c) Die Fortpflanzung der Depressionen geschieht annähernd in der Richtung der nach ihrer Gesammtenergie überwiegenden Luftströmung in denselben und auf ihrer Bahn. Hierin liegt der Ursprung des Satzes 4.

d) Da die Bewegungsverhältnisse in verschiedenen Höhen des Wirbels verschieden sind, so ist für die Fortpflanzung des Wirbels nicht der Bewegungszustand der untersten Schicht, sondern jener der Gesammtheit der Schichten massgebend; für den letzteren kann, da die Aenderungen mit der Höhe continuirlich sind, im Allgemeinen der Bewegungszustand einer gewissen mittleren Schicht eingesetzt werden, deren Höhe noch zu bestimmen ist. Im Obigen ist nach These b der Grund für den Satz 2 gegeben."

Die oben angeführten Regeln über die Fortpflanzung der Minima bedürfen aber noch der Bestätigung durch wirkliche Thatbestände, wie sie sich aus den täglichen Wetterkarten ergeben.

Um eine derartige Untersuchung mit Erfolg durchzuführen, erscheint es zweckmässig, die Minima nach ihrer Fortpflanzungsrichtung zu gruppiren und jede einzelne Gruppe für sich in Bezug auf die Vertheilung der einzelnen Elemente, namentlich des Luftdruckes und der Temperatur zu betrachten. Ein brauchbares Eintheilungsprincip bietet der Umstand, dass die Minima bei ihrer Fortbewegung mit Vorliebe gewisse Wege oder Strassen verfolgen, welche von der Jahreszeit, von der Vertheilung von Wasser und Land, vom orographischen Relief, vielleicht auch von noch anderen Verhältnissen abhängen. Diese Bahnen oder Zugstrassen wollen wir nun etwas eingehender besprechen und zwar mit besonderer Berücksichtigung Europas.

γ) Zugstrassen der Minima im Allgemeinen [163]).

Schon im Jahre 1874 veröffentlichte der Lieutenant Jakson [164]) für die Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge und Canada Karten, welche die mittleren Zugstrassen der Minima aus dreijährigen Beobachtungen darstellten. Dasselbe Verfahren wandte im Jahre 1878 Köppen an zur Bestimmung der mittleren Zugstrassen in Europa für das Jahr und die einzelnen Monate. Andere Arbeiten nach dieser Richtung hin, die sich auf den nordatlantischen Ocean beziehen, wurden nach verschiedener Methode ungefähr zu derselben Zeit veröffentlicht von Loomis und Hegemann, später auch von Hoffmeyer, welch' letzterer hauptsächlich diejenigen Minima in Betracht zog, welche von Amerika kommend, den atlantischen Ocean durchschritten und nach Europa gelangten. Im Jahre 1881 wurden von Köppen die mittleren Zugstrassen auf dem Gebiete zwischen dem Felsengebirge und dem Ural festgelegt.

Eine kartographische Darstellung der Häufigkeit und der Bewegungsrichtung der Minima in Europa, welche ich für die 4 Jahreszeiten und den Zeitraum von 1876 bis 1880 bearbeitete und in der „monatlichen Uebersicht der Witterung" für 1880 veröffentlichte, stimmt dem Wesen nach überein mit der Darstellung von Köppen (vgl. die untenstehende Figur 32).

„In Amerika, bemerkt Köppen, tritt uns das Bild der Zugstrassen in grossen und einfachen Zügen entgegen: eine Strasse,

die über die oberen Seen und Canada in gerader östlicher Richtung nach Neubraunschweig führt, dominirt vollkommen und zeigt eine Frequenz der Minima, welche das $2^1/_2$- bis 3fache von jener der frequentesten übrigen Zugstrassen der Karte beträgt. Auf dieser Strecke bewegen sich die im Allgemeinen nicht sehr tiefen Minima mit einer doppelt so grossen durchschnittlichen Geschwindigkeit, als sie in Europa einhalten, und von einander getrennt durch ebenso fortschreitende Maxima, so dass der mittlere Luftdruck auf dieser Zugstrasse trotz ihrer Frequenz höher ist, als weiter im Norden.

Ganz anders in Europa, wo keine einzige Zugstrasse ein nur entfernt ähnliches Uebergewicht zeigt, sondern eine Anzahl verschiedener Wege einander ziemlich gleichwerthig gegenüberstehen, welche zusammen ein complicirtes Netz bilden. Ein ähnlich complicirtes Netz zeigt sich indessen auch schon über dem Ocean. Sieht man von der einen nordwestwärts gerichteten Strasse im Nordwesttheile des Oceans ab, so verlaufen die Fäden jenes Netzes in Nordamerika nach ESE bis NE, über dem Ocean nach ESE bis N, über Europa von SE bis N. Höchst bemerkenswerth sind die Knoten des Netzes, die Convergenz- und Strahlungspunkte der barometrischen Minima, besonders da eine nähere Untersuchung zeigt, dass in der Gegend derselben die Minima länger zu verweilen pflegen und häufig sogar retrograde, d. h. westwärts gerichtete Bewegungen auf kurze Zeit annehmen. Diese Gegenden sind es auch, welche am häufigsten die Ausbildung stationärer Depressionen und Theilminima zeigen. Alle diese Umstände wirken natürlich dahin, dass die Wahrscheinlichkeit, ein barometrisches Minimum an einem Tage anzutreffen, in der Nähe dieser Strahlungspunkte viel grösser ist, als in der Umgebung.“

Diese Strahlungsgebiete scheidet Köppen nach der Häufigkeit der Minima in solche erster und zweiter Ordnung. Von den Strahlungsgebieten erster Ordnung liegen 3 in der subarctischen und 3 in der gemässigten Zone, und zwar die 3 ersteren in der Davisstrasse, südwestlich von Island, und bei den Lofoten, die 3 letzteren bei Neubraunschweig, auf der Mitte des Oceans an der Nordgrenze des Warmwasserstroms, über dem Skagerrak und den südschwedischen Seen. Die 3 ersteren fallen nahezu zusammen mit den von Hoffmeyer nachgewiesenen 3 Depressionsgebieten im Winter, die, wie wir unten noch eingehend zeigen werden, auf den vorwaltenden Witterungscharakter dieser Jahreszeit einen entschiedenen Einfluss haben. Die Cyclonen, welche diesen Gruppen angehören, sind meist tief und umfangreich, dagegen diejenigen,

welche den südlicheren Strahlungsgebieten angehören, sind weniger tief und von geringem Umfange. Wichtig für das Verhalten der Stürme an der deutschen Küste ist das Strahlungsgebiet am Skagerrak und über den südschwedischen Seen.

Strahlungsgebiete zweiter Ordnung befinden sich in Europa: nördlich von Schottland, am Eingange des finnischen Busens, vor dem Eingange des Georgscanals und in der Umgebung von Corsica.

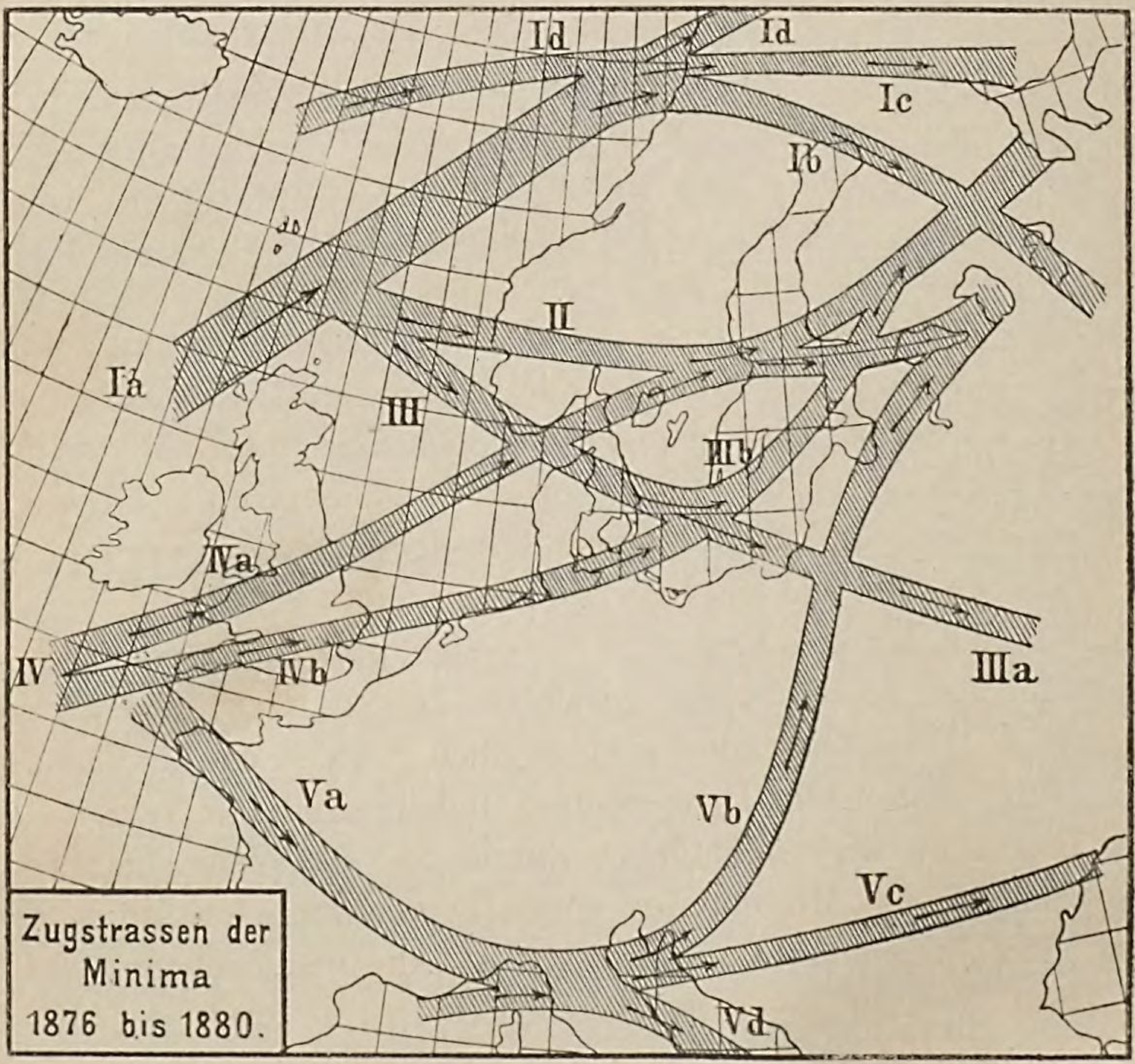


Fig. 32.

Betrachten wir jetzt die Zugstrassen speciell in Bezug auf Europa, und nehmen wir die Umgebung der britischen Inseln, wohin eine grosse Anzahl Minima theils aus niederen Breiten, theils aus dem westwärts liegenden Theil des Oceans, theils von Grönland und Island kommt, so lassen sich folgende Hauptzugstrassen unterscheiden.

Zugstrasse I. Diese Zugstrasse beginnt im Nordwesten der britischen Inseln, zieht sich der norwegischen Küste entlang nordostwärts über den Polarkreis hinaus nach Finnmarken und theilt sich dann in 3 Zugstrassen, von denen die eine nordwärts zum

Eismeere (Ia), die zweite (Ic), häufiger frequentirte, zum weissen Meere und die dritte (Ib) südostwärts nach dem Innern Russlands führt. Diese Strasse nimmt im hohen Norden noch diejenigen Minima auf, welche hauptsächlich von Island und Umgebung kommen. Die Zugstrasse I ist im Frühjahre wenig, in allen anderen Jahreszeiten dagegen häufig frequentirt. Wie wir noch unten zeigen werden, ist diese Zugstrasse für den vorherrschenden Witterungscharakter in unseren Gegenden von der grössten Bedeutung.

Zugstrassen II, III und IV. Von der Umgebung der britischen Inseln führen weiter 3 Zugstrassen quer über das Nordseegebiet, Südskandinavien, die mittlere und südliche Ostsee hauptsächlich nach Finnland und den russischen Ostseeprovinzen. Die aus dem Meere nördlich und östlich von Schottland kommenden Minima bewegen sich theils nach Ost (II), theils nach Südost (III), die vor dem Canal zuerst erscheinenden hauptsächlich der Küste entlang in ostnordöstlicher Richtung (IV) theils über die Helgoländer Bucht (IVb), theils über den Skagerrak (IVa) hinaus nach Finnland.

Die Convergenzstellen dieser Bahnen liegen über Südskandinavien, nur im Frühjahr etwas östlicher über der mittleren Ostsee.

Diese Zugstrassen sind in allen Jahreszeiten vertreten, nur im Frühjahre und im Sommer ist die südöstliche Richtung seltener.

Zugstrassen Va und Vb. Eine andere Zugstrasse, welche im Frühjahre stark frequentirt, jedoch auch im Winter und Herbst nicht selten eingeschlagen wird, dagegen im Sommer fast ganz fehlt, führt vom Südwesten der britischen Inseln südostwärts über Frankreich nach dem Mittelmeerbecken hin (Va). Hier vereinigt sie sich mit einer Zugstrasse, welche aus dem westlichen Theile des Mittelmeeres kommt und verläuft dann theils ostwärts zum schwarzen Meere (Vc), theils südostwärts an der Ostküste Italiens entlang (Va), theils, wie es im Frühjahre am häufigsten vorkommt, nordost- und nordwärts nach der Gegend des finnischen Busens (Vb). Die erstere und letztere Zugstrasse (Va und Vb) sind für unsere Gegenden die wichtigsten.

Im Allgemeinen sei noch bemerkt, dass die Minima mit Vorliebe die Küstenlinien verfolgen (norwegische, nordfranzösische und deutsche Küste). Irrthümlich erscheint die Ansicht, dass Gebirge die Cyclonen anziehen.

i) Typische Witterungserscheinungen[165]).

Die Kenntniss der Zugstrassen, ihrer Frequenz in der jährlichen Periode, des Verhaltens der Cyclonen auf denselben ist für die ausübende Witterungskunde von der hervorragendsten Bedeutung. An einer Reihe von Beispielen hat Hoffmeyer[166]) zweifellos nachgewiesen, dass die Witterungserscheinungen im Winter in Nordeuropa abhängen von der vorherrschenden Luftdruckvertheilung auf dem nordatlantischen Ocean und hiermit war gleichzeitig wiederholt der Beweis geliefert, dass es zum Verständnisse der Witterungsphänomene in einer bestimmten Gegend nicht genügt, einfach Beobachtungen auf eng begrenztem Gebiete, und mögen sie auch noch so ausgedehnt, zuverlässig und sorgfältig angestellt sein, in Betracht zu ziehen, sondern dass die Einzelerscheinungen nur dann verstanden und richtig gedeutet werden können, wenn wir sie in Zusammenhang bringen mit den grossen atmosphärischen Bewegungen, indem wir so zu sagen vom erhöhten Standpunkte alle thätigen Kräfte und ihre Wirkungen im Ganzen und im Einzelnen übersehen. Diese wichtigen Untersuchungen Hoffmeyer's wurden noch erheblich ergänzt durch Einführung des grossen barometrischen Maximums der Rossbreiten und desjenigen Asiens in den Kreis der Betrachtung durch Teisserenc de Bort[167]), welche in Wechselwirkung mit dem nordatlantischen Minimum, durch ihre verschiedenen Lagen und Verschiebungen den vorherrschenden Charakter der Witterung Europas beherrschen, so dass die Resultate Hoffmeyer's auch für Mitteleuropa verallgemeinert wurden.

Nach diesen Untersuchungen, die wir unten noch eingehend zu besprechen haben, ist durch die vorherrschende Luftdruckvertheilung auch der vorwaltende Witterungscharakter bestimmt, und hiermit sind somit die ersten Anhaltspunkte einer Wetterprognose auf längere Zeit voraus gegeben. Dabei wird es sich zuvörderst darum handeln, Gesetzmässigkeiten für die Beharrlichkeit und Veränderlichkeit der Druckvertheilung oder eine Periodicität derselben nachzuweisen; dann wäre eine feste Grundlage geschaffen, welche in der Praxis eine lohnende Anwendbarkeit jedenfalls haben würde. Ist nun auch die allgemeine Wetterlage durch die Luftdruckvertheilung auf grösserem Gebiete gegeben, so folgt daraus allerdings der vorherrschende Witterungscharakter für grössere Gebietstheile im Allgemeinen, allein es kommt noch eine Reihe anderer secun-

därer Erscheinungen in Betracht, welche diesen allgemeinen Wettercharakter für ganze Länderstriche bedeutend alteriren, ja umkehren können. Vor Allem sind es die Depressionen, mögen sie selbstständig oder als Theilgebilde anderer grosser cyclonaler Systeme auftreten, ihre Bewegungen und Umwandlungen, welche die ausserordentliche Mannigfaltigkeit in den Witterungsphänomenen bedingen, unter deren Einfluss die Temperatur, Niederschlagsverhältnisse, Bewölkung, überhaupt die meteorologischen Elemente, trotz des im Allgemeinen vorwaltenden bestimmten Witterungscharakters, für die einzelnen Gegenden so beträchtliche Schwankungen zeigen.

Von diesen eben entwickelten Gesichtspunkten aus erscheint das Studium der Cyclonen für die Entwickelung der ausübenden Witterungskunde interessant und erfolgreich zu sein und auf diese Weise erscheint Aussicht vorhanden, das Problem einer angenähert sichern Vorausbestimmung des Wetters auf kürzere oder längere Zeit voraus, der Lösung näher zu bringen.

Um nun die Untersuchung über den Einfluss der Cyclonen auf die Witterungszustände in einzelnen Gegenden und ihre Anderungen nach einheitlichen Grundsätzen durchzuführen und hieraus eine für die Praxis verwerthbare Regel, aus der jeweiligen Wetterlage und ihrer Aenderungstendenz die nächstfolgende abzuleiten, sowie in der Voraussicht, so am meisten typische Verhältnisse zu treffen, wurden die in Betracht fallenden Minima nach den einzelnen Zugstrassen geschieden und nur solche in Rechnung gezogen, in welchen deutlich ausgeprägte Cyclonen eine grössere Strecke einer Zugstrasse zurücklegten. Alle übrigen, welche wir mit dem Namen „erratische Minima“ bezeichnen wollen, wurden vorläufig aus der Betrachtung ausgeschlossen, nur diejenigen, welche auf anomalem Wege mit westlicher Componente fortschritten, wurden besonders behandelt, hauptsächlich in der Absicht, die durch die Untersuchung sich ergebenden Resultate zu prüfen.

Was die Methode der Untersuchung betrifft, so erschien es von besonderer Wichtigkeit, die Witterungszustände, welche die den verschiedenen Zugstrassen angehörenden Depressionen begleiten, nach einander verfolgen zu können, um insbesondere für unsere Gegenden beurtheilen zu können, wie sich die meteorologischen Elemente ändern, wenn eine Cyclone zuerst erscheint und eine der allgemeinen Wetterlage entsprechende Zugstrasse einschlägt. Zu diesem Zwecke wurden die Zugstrassen I, II, III und IV in je drei Abschnitte getheilt, indem von den äussersten Stationen unserer Küste, also von

Borkum und Memel, auf dieselben Senkrechte gefällt wurden, so dass der westlich liegende Theil der Zugstrasse der Vorderseite, der mittlere dem Vorübergang und der östliche der Rückseite für unsere Gegend im Allgemeinen entsprechen, wobei noch auf die einzelnen Bahnen nach den von der Seewarte herausgegebenen Bahnen- und Wetterkarten Rücksicht genommen wurde. Von der Zugstrasse V wurden nur Va und Vb jede für sich betrachtet und einstweilen der Theil südlich von den Alpen, Vc und Vd, vernachlässigt. Ich bemerke jedoch hierbei ausdrücklich, dass ich keineswegs die Ansicht vertrete, dass die Cyclonen südlich von den Alpen auf die Witterung in Deutschland keinen Einfluss haben sollten, so dass also die Alpen als eine vollständige Wetterscheide zu betrachten seien; denn auch die Cyclonen, welche über der Adria ostwärts oder südostwärts fortwandern, sind nicht ohne Einfluss auf unsere Witterungszustände, indem sie sehr oft die Windverhältnisse, also auch das Wetter auf dem Gebiete nördlich von den Alpen in hohem Maasse beeinflussen.

Die hier in Betracht kommenden Witterungselemente beschränken sich hauptsächlich auf Luftdruckvertheilung, Luftdruckänderung in den letzten 24 Stunden, auf Temperaturvertheilung und Temperaturabweichung von den Normalwerthen auf Bewölkung, Regenmenge und Regenwahrscheinlichkeit. Die Beobachtungsdaten beziehen sich durchweg auf den Morgen und zwar 8^h a. m. (für Deutschland, Skandinavien, Dänemark, Grossbritannien und in der kälteren Jahreszeit für Frankreich)*), resp. 7^h a. m. (für Russland, Oesterreich und in der wärmeren Jahreszeit für Frankreich). Das Untersuchungsmaterial erstreckt sich auf den Zeitraum (Lustrum) von 1876—80 incl., jedoch sind in vielen (jedesmal angegebenen) Fällen auch die 4 oder 5 folgenden Jahre (1881—84 resp. 85) mitberücksichtigt. — Abgesehen von der gewohnten Reduction des Luftdrucks auf das Meeresniveau, sind auch die Temperaturangaben der Vergleichbarkeit wegen nach den von Wild und Jelinek gegebenen Tabellen auf 8^h a. m. und das Meeresniveau reducirt worden [168]).

*) In Frankreich wird seit 1881 das ganze Jahr hindurch für die Zwecke der Wettertelegraphie um 7^h a. m. beobachtet.

α) Frequenz der einzelnen Zugstrassen.

Ueber die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Zugstrassen in der jährlichen Periode giebt folgende Tabelle Aufschluss:

	1876 bis 1880						1881 bis 1885					
	I	II	III	IV	Va	Vb	I	II	III	IV	Va	Vb
December .	4	5	5	1	4	1	6	8	3	1	1	—
Januar . .	7	2	3	1	3	1	5	5	—	—	—	—
Februar . .	2	3	4	—	1	1	6	3	3	1	—	1
März . . .	—	4	6	2	1	4	7	1	2	2	1	—
April . . .	2	—	1	1	4	4	3	1	1	—	2	2
Mai	3	3	—	3	—	—	5	—	2	—	1	4
Juni . . .	3	1	—	3	—	1	11	1	—	2	—	1
Juli . . .	3	3	2	4	—	1	2	1	—	3	—	2
August . .	3	—	—	7	—	1	5	1	1	4	1	—
September .	8	4	—	1	1	2	6	2	—	3	—	4
October . .	6	3	2	5	3	1	4	4	3	1	1	4
November .	1	1	3	5	4	2	13	2	3	1	4	2
Winter . .	13	10	12	2	8	3	17	16	6	2	1	1
Frühling . .	5	7	7	6	5	8	15	2	5	2	4	6
Sommer . .	9	4	2	14	—	3	18	3	1	9	1	3
Herbst . .	15	8	5	11	4	5	23	8	6	5	5	10
Jahr . . .	42	29	26	33	17	19	73	29	18	18	11	20
Oct. bis März	20	18	23	14	12	10	41	23	14	6	7	7
April b. Sept.	22	11	3	19	5	9	32	6	4	12	4	13

Nach dieser Tabelle zeigt die Zugstrasse I ein Maximum der Frequenz im Winter und Herbst, im Frühjahr und Sommer ist sie weniger besucht; dasselbe Verhalten zeigt Zugstrasse II. Die nahezu parallelen, nach Südost gerichteten Zugstrassen III und Va zeigen ein entschiedenes Häufigkeitsmaximum in der kälteren Jahreszeit, von Mai bis October sind dieselben sehr wenig vertreten. Zugstrasse IV ist am häufigsten im Sommer und Herbst, dagegen weniger im Frühjahr, am wenigsten im Winter besucht, und endlich Vb zeigt die grösste Frequenz im Frühjahr und im Herbst, die geringste im Winter und Sommer.

Als ganz charakteristische Eigenthümlichkeit aus jener Tabelle heben wir hervor, dass die nach Südost gerichteten Zugstrassen (III, Va) fast ausschliesslich der kälteren Jahreszeit angehören, dagegen die nach Nordost verlaufenden (I, IV) in der wärmeren Jahreszeit prädominiren.

Untersuchen wir die Einzelfälle, so ergiebt sich die sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass die Frequenzfälle sich vielfach auf denselben Monat desselben Jahres anhäufen, so dass hierin die Ten-

denz der Minima ausgesprochen ist, die einmal eingeschlagene Bahn auf längere Zeit beizubehalten. Beispielsweise war die Zugstrasse I im Januar 1877 und 1880, im Juni 1881, 1884 und 1885, im September 1878 und 1885 und October 1877, im November 1881 und 1884, im December 1881 sehr stark vertreten, Zugstrasse II im December 1884 und 1885, Zugstrasse III im Februar 1877, Zugstrasse IV im Juli 1879, im August 1881, im October 1880, besonders im August 1877, Zugstrasse Va kam im November 1882 häufig vor und Zugstrasse Vb war im April 1879 dominirend. Welchen Einfluss dieses Verhalten auf die Witterungszustände in unseren Gegenden hat, wird aus den nachfolgenden Darlegungen mit Leichtigkeit zu übersehen sein.

Auf die eben besprochenen Thatsachen, welche sowohl für die theoretische als praktische Meteorologie von hoher Bedeutung sind, werde ich unten nochmals zurückkommen und dieselben an der Hand der gewonnenen Thatbestände zu erklären versuchen.

In obiger Tabelle wurde das Jahr in zwei Abschnitte zerlegt, von denen der eine die kältere Jahreszeit, die Monate October bis März, der andere die wärmere Jahreszeit, von April bis September, umfasst. An dieser Eintheilung ist bei der folgenden Untersuchung durchaus festgehalten worden, und dieses erscheint mir desswegen zweckmässig, weil einerseits die Jahresmittel wegen der ungleichwerthigen Wirkung der einzelnen meteorologischen Elemente in der wärmeren und kälteren Jahreszeit den allgemeinen Charakter mehr oder weniger verwischen würden, und andererseits wegen der ungleichmässigen Vertheilung der Zugstrassen in der jährlichen Periode eine Gruppirung der Einzelfälle nach Jahreszeiten oder gar nach Monaten zu sehr ungleichwerthigen Mitteln führen würde. Die bei dieser Zweitheilung erhaltenen Mittel dürften genügen, eine im Allgemeinen richtige Vorstellung über die Beziehung der Depressionen auf den Witterungsverlauf in unseren Gegenden sich zu verschaffen. Wäre dieses indessen nicht der Fall, sondern wäre zur Darlegung der Gesetzmässigkeiten die Untersuchung eines weit längeren Zeitraumes erforderlich, so würden diese Mittelwerthe für die theoretische Witterungskunde allerdings Interesse besitzen, allein für die Praxis würden sie an und für sich nur geringen oder gar keinen Nutzen haben.

Im Ganzen kamen in dem Zeitraume von 1876—80 auf 166 Bahnen 442 hier in Betracht fallende Minima, welche sich alle auf 8^h resp. 7^h a. m. beziehen und von welchen 97 Bahnen mit 243

Positionen auf die kältere und 69 Bahnen mit 199 Positionen auf die wärmere Jahreszeit entfallen, wonach also das Bestreben der Minima, eine bestimmte Zugstrasse innezuhalten, im Winter grösser ist als im Sommer, da die Anzahl der Minima nach früheren Untersuchungen [169]) in allen Jahreszeiten ziemlich gleich ist. Für das folgende Lustrum 1881—85 ergaben sich fast übereinstimmend auf 169 Bahnen 430 Minima, wovon 98 Bahnen mit 258 Positionen der kälteren und 71 Bahnen mit 172 Positionen der wärmeren Jahreszeit angehören.

Die vorhin angegebene Anzahl der Positionen bildet etwas mehr als den vierten Theil sämmtlicher Positionen, welche in dem ganzen Zeitraum auf dem in Frage kommenden Gebiete überhaupt sich zeigten, und hieraus könnte man den Schluss ziehen, dass die erratischen Bahnen (mit Einrechnung der stationären Depressionen) ungleich häufiger vorkommen, als diejenigen, welche durch die Zugstrassen gegeben sind. Indessen wurden, wie schon oben bemerkt, die Minima südlich von den Alpen, sowie diejenigen der Zugstrasse Vc und Vd aus der Betrachtung ausgeschlossen, ferner wurden diejenigen Minima nicht berücksichtigt, welche nur stückweise die oben angegebenen Zugstrassen verfolgten, und wurde auch der weitere Verlauf der Zugstrasse I (Ib) nicht in Rechnung gezogen. Ausserdem würden sich bei genauerem Studium der Fortpflanzung der Depressionen die erratischen Bahnen wieder in bestimmte Klassen zerlegen lassen, die sich zum Theile an die grossen Zugstrassen anlehnen würden, eine Arbeit, die erst dann mit lohnendem Erfolge in Angriff genommen werden kann, wenn das Material sich erheblich vermehrt hat. Ich bemerke hier beiläufig, dass noch eine nordwärts von den britischen Inseln führende Zugstrasse häufig von den Depressionen eingeschlagen wird und welche auf unserem Schema nicht verzeichnet ist. Immerhin aber werden die erratischen Bahnen in grosser Anzahl vertreten sein, eine Thatsache, für welche wir unten noch nähere Gründe anführen wollen.

β) Mittlere Tiefe der Minima auf den Zugstrassen. Sturmcentra.

Die nachstehende Tabelle giebt die mittlere Tiefe der Minima auf den verschiedenen Zugstrassen, wobei die Zeichen A, B, C die Positionen der Minima resp. vor, beim und nach Vorübergang bedeuten. Als Sturmcentren wurden diejenigen angesehen,

welche in ihrer Umgebung irgendwo stürmische Winde verursachten.

Mittlere Tiefe der Minima auf den einzelnen Zugstrassen, 700^mm +.

Zugstrasse	I			II			III			IV			Va	Vb
Position.	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Winter	38,2	33,0	35,5	38,6	41,9	38,3	38,4	45,5	45,1	36,0	44,5	41,5	45,4	47,2
Frühjahr	40,0	47,0	44,0	44,4	45,8	33,8	31,4	37,4	36,2	43,5	34,8	45,5	47,0	45,5
Sommer	45,2	45,4	46,7	49,4	50,2	47,7	48,5	45,0	46,0	46,9	46,4	46,6	—	47,2
Herbst	36,5	34,5	42,3	42,9	42,6	47,8	47,0	44,6	47,2	40,9	40,9	41,6	52,2	49,9
Jahr	40,3	37,8	42,0	39,2	43,7	41,8	38,3	43,5	43,8	43,5	43,0	44,9	47,3	47,0
Oct. bis März . .	36,8	31,6	37,3	34,9	40,5	38,2	37,2	43,4	41,2	39,4	38,9	44,0	46,5	47,9
April bis Sept. .	42,7	44,0	44,8	46,9	48,4	47,2	46,7	44,3	47,5	46,9	45,2	46,0	48,8	46,3

Anzahl der Sturmcentra.

Zugstrasse	I			II			III			IV			Va	Vb
Position	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Oct. bis März . .	9	10	6	9	18	6	13	12	7	7	6	5	5	6
April bis Sept. .	7	10	7	5	4	4	6	4	2	5	12	8	3	3
Jahr	16	20	13	14	22	10	19	16	9	12	18	13	8	9

Vergleicht man die in der Tabelle gegebenen mittleren Tiefen der Minima mit den mittleren Tiefen überhaupt, so zeigt sich durchweg, dass die ersteren erheblich grösser sind, als die letzteren, so dass also die Minima, welche sich auf den Zugstrassen bewegen, im Allgemeinen erheblich tiefer sind, als die erratischen und solche, welche auf den Zugstrassen nur eine kurze Existenz haben. Dementsprechend sind auch viele, fast die Hälfte, dieser Minima Sturmcentra. Diese Thatsachen haben allerdings theilweise darin ihren Grund, dass meistens nur ausgeprägte Depressionen mit längerer Lebensdauer zur Untersuchung ausgewählt wurden.

Aus der Tabelle ist ferner ersichtlich, dass die auf der Zugstrasse I fortschreitenden Cyclonen bei ihrer Annäherung an Finnmarken in der kälteren Jahreszeit, insbesondere im eigentlichen Winter, die Neigung haben, an Tiefe zuzunehmen, im Frühjahre dagegen, in welcher Jahreszeit auch die Zugstrasse I eine geringe Frequenz zeigt, sich zu verflachen. Die Cyclonen der Zugstrasse IV zeigen bei Annäherung an unsere Küste im Frühjahre eine entschiedene Zunahme der Tiefe. Diese eben erwähnten Ausnahmen abgerechnet haben die Minima die Neigung, sich zu verflachen, wenn sie sich unserer Küste nähern, und hierin liegt der Grund, dass die Gewalt der meisten Stürme, welche von Westen kommen,

schon über den britischen Inseln oder der Nordsee gebrochen wird, ein für den Charakter unserer Stürme sehr wichtiger Umstand, worauf bereits oben (Seite 265) hingewiesen wurde. Wenn in der obigen Tabelle die Positionen beim Vorübergange meistens mehr Sturmcentra angeben, als jene beim ersten Erscheinen, so liegt dieses nicht darin, dass bei Beurtheilung, ob ein Minimum als stürmisch anzusehen sei oder nicht, nicht die ganze Umgebung der Cyclone, sondern meistens nur die Ostseite berücksichtigt werden konnte. In der Position C, d. i. nach Vorübergang, fällt die Anzahl der Sturmcentra für alle Zugstrassen ganz erheblich.

γ) Mittlere Geschwindigkeit der Minima auf den Zugstrassen.

In der nachstehenden Tabelle ist die mittlere Geschwindigkeit der Minima für die letzten 24 Stunden in Myriametern ausgedrückt übersichtlich dargestellt. Nur für Va und Vb beziehen sich die Zahlen auf die folgenden 24 Stunden. B und C bezeichnen die Positionen bei und nach Vorübergang.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima auf den einzelnen Zugstrassen, in Myriametern.

	I		II		III		IV		Va	Vb
	B	C	B	C	B	C	B	C		
Winter	113	76	78	109	87	85	89	140	119	99
Frühjahr	116	81	106	82	96	110	95	108	72	75
Sommer	83	79	93	97	81	77	68	66	—	79
Herbst	88	92	66	62	103	79	99	94	104	88
Jahr	94,0	81,4	78,2	87,6	91,9	90,2	80,9	85,6	98,6	81,8
October bis März	106	77	80	93	91	92	97	97	116	96
April bis September	81	84	75	79	98	78	74	77	68	70

Vergleichen wir diese Zahlen mit denjenigen, welche für die mittlere Geschwindigkeit der Minima überhaupt gelten (Seite 269), so ergiebt sich, dass die mittlere Geschwindigkeit derjenigen Minima, welche sich auf den Zugstrassen bewegen, in allen Jahreszeiten erheblich grösser ist, als diejenigen der Minima überhaupt.

Hiernach sind auf den Zugstrassen die Bedingungen sowohl einer grösseren Tiefe und Intensität, als auch eines rascheren Fortschreitens gegeben.

δ) Vertheilung des Luftdruckes und der Windstärke in der Umgebung des Depressionscentrums.

In den weiter unten stehenden Wetterkarten (Fig. 56 u. 57), welche die Luftdruckvertheilung für die einzelnen Zugstrassen beim

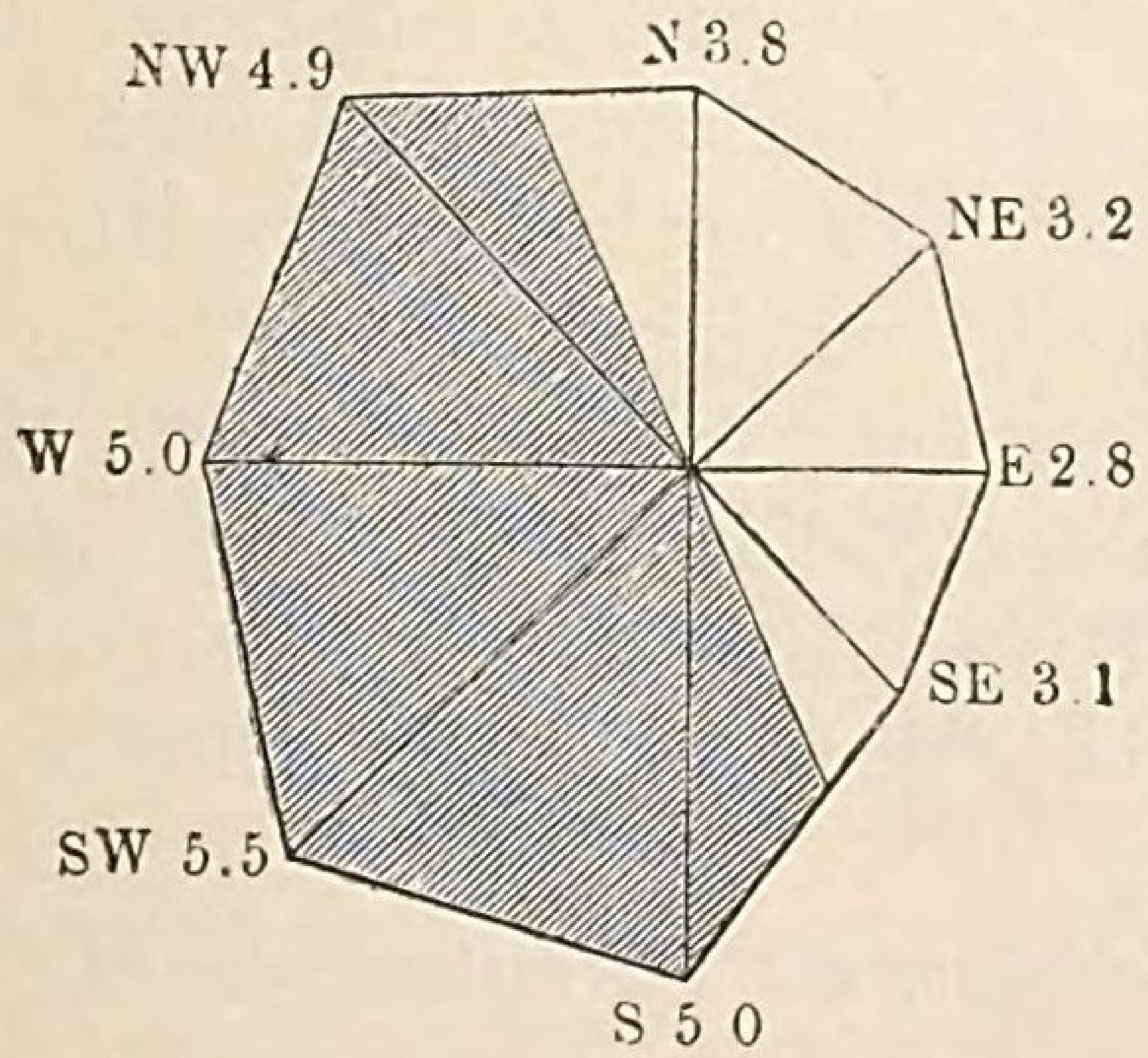
ersten Erscheinen der Cyclonen darstellen, sind die mittleren Isobaren von 2½ zu 2½mm angegeben. Die in den Karten durch Kreuze markirten Stellen geben die Ausgangsorte oder Anfangspositionen der Cyclonen (die kleinen Kreise bedeuten Sturmcentra). Betrachten wir diese Karten etwas näher, so finden wir sofort für die einzelnen Zugstrassen ganz charakteristische Verschiedenheiten in der Luftdruckvertheilung. Bei Zugstrasse I und IV verlaufen bei verschiedenen Ausgangsstellen die dichtesten Isobaren nach Nordost, bei Zugstrasse II nach Ost, bei Zugstrasse III nach Südost und Ostsüdost, bei Zugstrasse Va nach Süden und bei Zugstrasse Vb nach Norden, während überall die Lage des hohen Luftdruckes verschieden ist. Aus der mittleren Vertheilung des Luftdruckes um das Depressionscentrum können wir sofort folgende wichtige Thatsache constatiren, welche schon früher von Cl. Ley ausgesprochen ist (vergl. oben Seite 274):

Fällen wir aus dem Gebiete des tiefsten Barometerstandes auf die dichtest gedrängten Isobaren eine Senkrechte, so erfolgt die Fortpflanzung der Depression nahezu senkrecht zu dieser Linie, so dass also der höchste Luftdruck rechter Hand liegen bleibt. Diese Beziehung zeigt sich durchweg sowohl beim Erscheinen der Cyclonen, wie es auf unseren Karten dargestellt ist, als beim Vorübergange und auf der Rückseite. Diese Verhältnisse gelten nach den Untersuchungen von Loomis auch für Nordamerika. Aus den Mitteln für 1872—74 fand Loomis, dass die Richtung der Cyclonen in den Vereinigten Staaten am meisten nördlich ist, wenn der hohe Luftdruck auf der Nordostseite liegt, dagegen am meisten südlich, wenn derselbe auf der Süd- oder Südwestseite sich befindet. Dabei vermindert der hohe Luftdruck auf der Ostseite die Fortpflanzungsgeschwindigkeit um durchschnittlich 8%, wogegen der hohe Luftdruck auf der Südseite dieselbe um ebenso viel vermehrt.

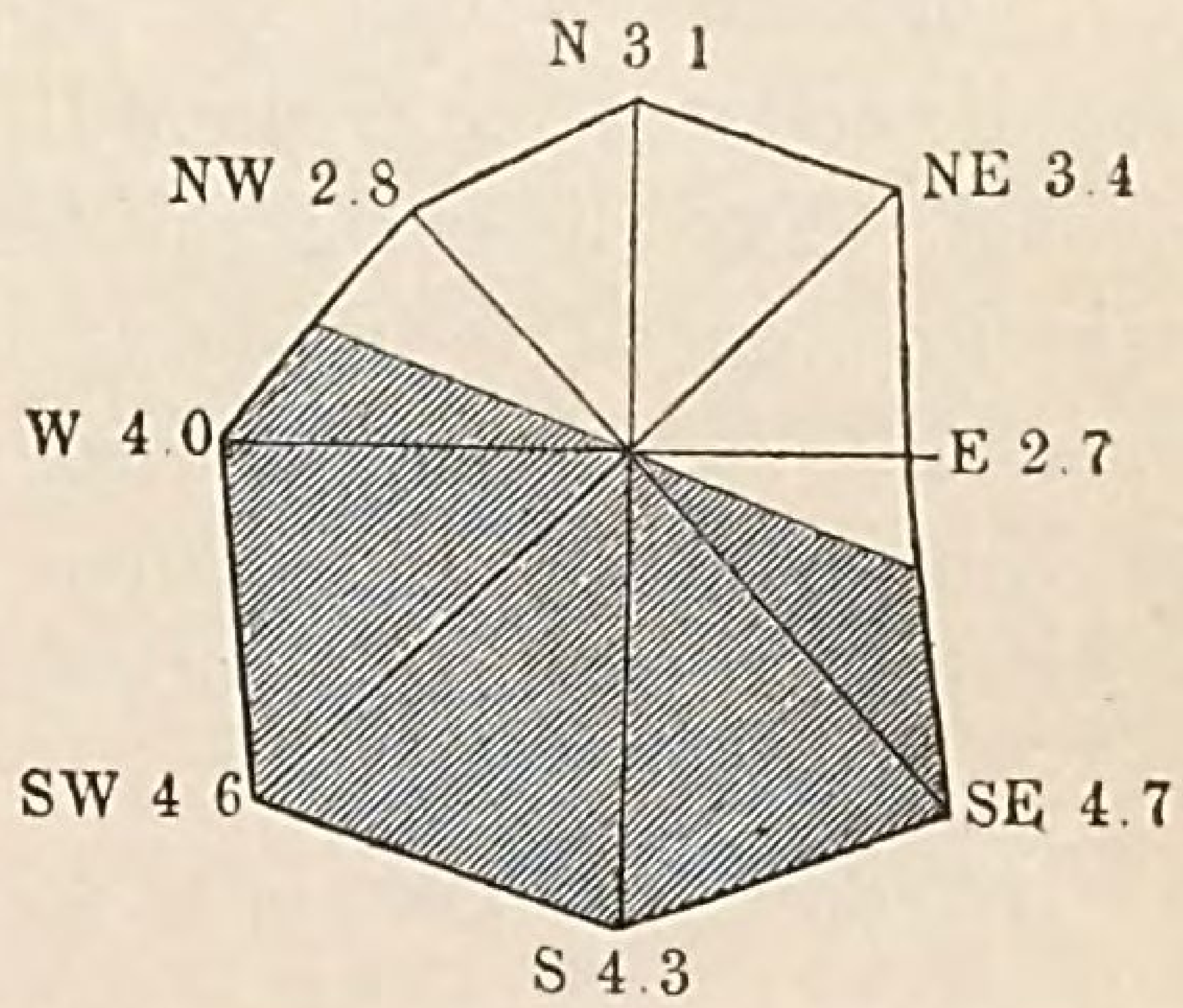
Die in den Luftdruckkarten (vergl. weiter unten Fig. 56 u. 57) hervorgehobene, gebrochene Linie verbindet die Orte höchsten Luftdruckes, so dass also hierdurch ein Rücken höchsten Luftdruckes markirt ist, welcher den mittleren Wirkungskreis der Cyclonen nach Süden hin abgrenzt. Diese Linie wurde von Wojeikof mit dem Namen „continentale Axe“ bezeichnet, welche überhaupt im Mittel über Mitteleuropa verläuft, da der Luftdruck nicht nur in Nordeuropa, sondern auch über dem Mittelmeer durchschnittlich niedriger ist, als über Mitteleuropa. Diese Axe ist desswegen von grosser Wichtigkeit, weil sie im Allgemeinen

das Gebiet der westlichen und südwestlichen Winde, die den Transport oceanischer Luft über unserem Continent vermitteln, von demjenigen der östlichen continentalen Winde abscheidet. Aus unseren Karten ist ersichtlich, dass dieselbe bei Zugstrasse I—III durchschnittlich nordost- oder ostnordostwärts gerichtet ist und Südeuropa, gewöhnlich die Alpengegend, durchschneidet, im Winter südlicher als im Sommer; bei Zugstrasse IV hat sie sich weit südostwärts über das schwarze Meer hinaus zurückgezogen. In dieser vorwaltend stattfindenden Lage der continentalen Axe liegt der Grund, warum unsere Winter so mild und unsere Sommer so gemässigt sind.

Durch die mittlere Luftdruckvertheilung in unseren Karten ist auch die mittlere Stärke des Windes in den Cyclonen und Umgebung gegeben und es lässt sich die oben aufgefundene Regel auch so aussprechen: Die Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen fällt durchschnittlich mit der Richtung der stärksten Winde zusammen.



Mittlere Position: Dänische Inseln. Gruppe IIIa.



Mittlere Position: Südschweden. Gruppe IIIb.

Fig. 33.

Es erscheint nicht überflüssig, diese Regel auch durch Thatbestände zu prüfen. Zu diesem Zwecke wurden für die einzelnen Zugstrassen die Windstärken nach Beaufort's Skala in der Umgebung des mittleren Depressionscentrums beim Vorübergange berechnet und die Werthe nach 4 Quadranten geschieden. In der folgenden Tabelle bedeutet A = Anzahl der in Rechnung gezogenen Stationen, K = kältere, W = wärmere Jahreszeit*).

*) Die ausführliche Tabelle befindet sich in meinen „Typischen Witterungserscheinungen“ in „Aus dem Archiv der Seewarte“, V. 1882. No. 3.

	Vorderseite						Rückseite					
	links			rechts			rechts			links		
Zugstr.	A.	K.	W.	A.	K.	W.	A.	K.	W.	A.	K.	W.
I	—	—	—	5	4,3	3,1	5	5,6	4,2	1	4,7	4,2
II	4	2,9	2,4	5	4,3	4,0	7	4,5	4,0	5	3,8	3,2
IV	5	2,5	2,8	3	3,9	3,3	5	3,4	4,1	5	2,3	3,2
Va	6	2,6	2,9	3	3,2	4,9	3	4,1	3,5	6	3,4	3,1

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Luftbewegung auf der rechten Seite der Bahn nach der Rückseite hin am grössten ist.

Von besonderem Interesse erschien mir die Zugstrasse III, welche auch sonst für unsere Witterungsverhältnisse, namentlich für die Luftbewegung an unserer Küste von hoher Bedeutung ist, indem ein Theil der Cyclonen von der nördlichen Nordsee südostwärts über die dänischen Inseln hinaus direkt nach der ostdeutschen Grenze fortschreitet, und ein anderer Theil von derselben Ausgangsstelle zuerst nach Dänemark oder Südschweden sich fortpflanzt, dann aber nordostwärts umbiegt und nach Finnland fortschreitet. Ich habe die ersteren mit Gruppe IIIa, die letzteren mit Gruppe IIIb bezeichnet. Für diese beiden Gruppen wurden die Windstärken im Umkreise von 6 Meridiangraden bestimmt und zwar für die Positionen des Vorübergangs, also an der Stelle ungefähr, an welcher das Umbiegen für die Gruppe IIIb erfolgt. Das Resultat dieser Rechnung ist durch die vorstehende Figur 33 veranschaulicht.

ε) Temperaturvertheilung in der Umgebung des Depressionscentrums.

Indem ich für eine grosse Anzahl über Europa möglichst gleichmässig vertheilter Stationen die mittlere Temperaturvertheilung, sowie die Temperaturabweichungen von den Normalwerthen berechnete und diese in geographische Karten eintrug, erhielt ich folgende Resultate*):

Wie beim Luftdruck, so spricht sich auch hier eine innige Beziehung der Fortpflanzungsrichtung der Depressionen zu den Isothermen aus. Ziehen wir nach dem Gebiete niedrigster Temperatur auf die dichtest gedrängten Isothermen eine Normale, so bezeichnet diese Linie die Richtung, nach welcher in der Umgebung der Depression die Temperatur am schnellsten abnimmt, und diese bildet mit der Fortpflanzungsrichtung der Depressionen einen Winkel, welcher zwischen 45° und 90° liegt, so dass also die höchste Temperatur zur rechten Hand der Bahn liegen bleibt. Durchschnittlich

*) Die ausführliche Tabelle, sowie die Karten hierzu befinden sich in meinen „Typischen Witterungserscheinungen“.

kommt dieser Winkel einem rechten ziemlich nahe, insbesondere in der wärmeren Jahreszeit, in welcher die Temperaturvertheilung in Bezug auf die Fortpflanzung der Depressionen die Hauptrolle spielt.

Auch diese Regel wurde im Jahre 1872 von Clement Ley in der oben (Seite 274) angegebenen Form ausgesprochen.

Nebenbei wollen wir noch an dieser Stelle das Resultat einer Arbeit des Lieutenant Maydell erwähnen, welche im Jahre 1874 dem Petersburger telegraphischen Bulletin beigefügt wurde. Derselbe fand auf Grundlage eines zwei Jahre umfassenden Materials, dass die Sturmbahn des folgenden Tages einen bestimmten Winkel bildet mit der Verbindungslinie zwischen dem Orte des barometrischen Minimums und dem Ort der grössten Erwärmung in den letzten 24 Stunden. Wenn das Sturmcentrum über Skandinavien lag, so betrug dieser Winkel (links von der genannten Verbindungslinie gerechnet) im Mittel für den Winter 62° (kleinster 34°, grösster 90°), für den Sommer 58° (kleinster 30°, grösster 110°); befand sich das Minimum in Finnland, so ergab sich als mittlerer Winkel für den Sommer 67° (kleinster 40°, grösster 87°).

Die mittlere Temperaturvertheilung für die einzelnen Zugstrassen bestätigt in befriedigender Weise die Richtigkeit des oben ausgesprochenen Satzes. Am meisten markirt ist derselbe in der wärmeren Jahreszeit, wo die Wärmeverhältnisse in Bezug auf Fortpflanzung der Depressionen die Hauptrolle spielen, während in der kälteren die Luftdruckvertheilung als das wichtigste Moment in den Vordergrund tritt (vergl. weiter unten die kartographische Darstellung der Temperaturvertheilung bei Erscheinen der Depressionen für April bis September, Fig. 56 u. 57).

Sehr schön fügt sich diese Beziehung bei der Zugstrasse Vb und verdient hier um so mehr hervorgehoben zu werden, weil dieselbe in enger Verknüpfung mit den Kälterückfällen, insbesondere im Frühjahre stehen kann. In der kälteren Jahreszeit haben die Nordufer des schwarzen Meeres für diese Zugstrasse einen Wärmeüberschuss von 7°, von hier an west- und nordwestwärts nimmt die positive Abweichung von der Normalen rasch ab, schon in Oesterreich wechselt sie ihr Zeichen, Wien hat 2°, München 3°, Karlsruhe 4° und Paris 3° Wärmemangel. In der wärmeren Jahreszeit sind die Verhältnisse ganz ähnlich: am schwarzen Meere beträgt die Abweichung +5°, in Wien —2°, in München —4°, in Karlsruhe und Paris —5°, während die Temperatur von Südost nach Nordwest am raschesten abnimmt.

Gruppe IIIa und IIIb bei Zugstrasse III zeigen auch in Beziehung auf die Temperaturvertheilung ein ganz verschiedenes Verhalten: bei Gruppe IIIa entschieden positive Abweichungen schon beim Erscheinen der Depressionen, über Grossbritannien, Frankreich und Centraleuropa, die sich in München bis zu 4° steigern, dagegen strenge Kälte im hohen Nordosten, so dass am weissen Meere 6° Wärmemangel herrscht; dagegen bei Gruppe IIIb ganz umgekehrte Verhältnisse: entschiedener Wärmeüberschuss im Nordosten und Osten, erheblicher Wärmemangel im Südwesten und Westen.

Bei Zugstrasse I und II haben die Isothermen über dem europäischen Continent eine südliche bis südöstliche Richtung, so dass man also eine nach Südost gerichtete Bewegung der Depressionen erwarten könnte. Allein auf der Südseite der Depression schiebt sich warme Luft aus niederen Breiten immer weiter vor, so dass hier die Isothermen von West nach Ost verlaufen. Bei Zugstrasse I ist der bereits erwähnte Umstand zu berücksichtigen, dass die Minima durchschnittlich über Island und Umgebung und nicht über der auf der Karte verzeichneten Gegend liegen.

Luftdruck- und Temperaturvertheilung haben also fast genau dieselben Beziehungen zu der Fortpflanzung der Depressionen und hiernach ist anzunehmen, dass in den mittleren Temperatur- und Luftdruckkarten für die einzelnen Zugstrassen nahezu ein Parallelismus der Isobaren und Isothermen auf der rechten Seite der Depressionen sich herausstellen wird, was in der That auch der Fall ist.

Diese beiden Sätze finden auch bei ihrer Anwendung auf Einzelfälle ihre volle Bestätigung und sogar die anomalen Bewegungen der Depressionen mit westlicher Richtungs-Componente können, wie wir unten noch weiter sehen werden, mit Berücksichtigung dieser Sätze erklärt werden. Nur einige wenige Fälle scheinen sich den Sätzen nicht fügen zu wollen, allein auch diese seltenen Ausnahmen dürften durch einen anderen störend eingreifenden Umstand ihre Erklärung finden, nämlich durch die oft unregelmässige verticale Temperaturvertheilung.

Wie wir schon oben bemerkten, nimmt in wärmerer Luft der Luftdruck mit der Höhe langsamer ab, als in kälterer und daher werden mit der Höhe die Gradienten sich in der Weise verändern, dass dieselben nach der Seite des höheren Luftdrucks und der grösseren Wärme (wenn der höhere Luftdruck mit der grösseren Wärme zusammenfällt), immer steiler werden, dagegen, wenn der höhere

Luftdruck mit der niedrigeren Wärme zusammenfällt, stetig abnehmen und in einer gewissen Höhe sich umkehren. Im ersteren Falle wird die ganze Luftmasse vom barometrischen Maximum nach der Seite des niedrigen Luftdrucks nahezu dieselbe Bewegungsrichtung zeigen mit zunehmender Geschwindigkeit (und zwar in den untersten Schichten mit einer Ablenkung von den Isobaren nach dem niederen Luftdrucke hin, in den oberen nahezu parallel den Isobaren); in diesem Falle wird also in den oberen Regionen die höhere Wärme dieselbe Wirkung auf die Fortpflanzung der Depressionen haben, als in den unteren Schichten der höhere Luftdruck, sie wird also den Druckgradienten in der Höhe verstärken. Im letzteren Falle wird die Luftbewegung eine nach oben hin verzögerte sein und durch Windstille in die umgekehrte Richtung (entsprechend der Umkehrung des Gradienten) übergehen und jetzt eine beschleunigte sein.

Luftdruck- und Temperaturvertheilung sind also das Ursächliche der Bewegung der gesammten Luftmasse in der Umgebung der Depressionen, und diese sind das Bedingende für die Fortpflanzung der Depressionen. Aus der Combination von Luftdruck- und Temperaturvertheilung folgt der oben (Seite 275) angeführte, allgemeine Satz, dass die Fortpflanzung der Cyclonen annähernd in der Richtung der überwiegenden Bewegung der ganzen Luftmasse in der Umgebung des Cyclonencentrums erfolgt.

Dieser Satz, welcher eine einfache Handhabe von weittragender Bedeutung für die Wetterprognose bietet, und welcher mit wenigen Ausnahmen, deren Erklärung noch aussteht, als allgemein gültig angenommen werden kann, scheint der Ferrel'schen Annahme zur Stütze zu dienen, wonach die Cyclonen von dem allgemeinen Luftstrom, in welchem sie entstehen und sich weiter entwickeln, fortgetragen werden. Diese Annahme hat um so mehr ihre Berechtigung, als die Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen im Allgemeinen mit der Richtung der grossen atmosphärischen Bewegungen zusammenfällt, als die Cyclonen um so rascher fortschreiten, je stärker die Gesammtströmung ist, und als auf der Südseite der Cyclonen die Theildepressionen und Neubildungen, bei welchen obere und untere Strömungen fast dieselbe Richtung haben und der stets gleich gerichtete Gradient mit der Höhe stetig zunimmt, so ausserordentlich rasch fortschreiten.

Indessen ist die Fortbewegung des Wirbels in der Gesammtströmung nicht so zu fassen, als wenn dieselbe Luftmasse in fort-

schreitender Bewegung um das Centrum fortwährend rotire; denn dann müsste auf der Vorderseite des Wirbels eine Ausströmung, auf der Rückseite eine Einströmung stattfinden, im Centralraume der Cyclone müsste eine Luftbewegung im Sinne des Fortschreitens der Cyclone erfolgen, und endlich müsste die Beziehung des Gradienten zur Windgeschwindigkeit auf der rechten und linken Seite der Cyclone ein sehr verschiedenes Verhalten zeigen. Alles dieses ist für die unteren Luftschichten unbedingt nicht, und für die oberen Regionen höchst wahrscheinlich nicht der Fall, so dass die Annahme nahe liegt, dass die Wirbelbewegung sich fortwährend auf neue Luftmassen überträgt, wobei auf der Vorderseite der Luftdruck stetig abnimmt und so die Neubildung des Centrums fortwährend bewerkstelligt wird. Bei dieser Annahme bleibt die Richtigkeit des oben ausgesprochenen Satzes bestehen [170].

In den höheren Regionen der Atmosphäre unserer Hemisphäre existirt trotz des barometrischen Maximums zwischen 30 und 40° nördlicher Breite in der That nur ein einziger nach Nord gerichteter Gradient, der wegen der nach Nord hin stetig abnehmenden mittleren Temperatur der ganzen Luftmasse mit der Höhe rasch zunehmen muss. Supan [171] berechnete aus dem Luftdrucke im Meeresniveau und der Temperaturabnahme mit der Höhe (nach Glaisher) den wahrscheinlichen mittleren Luftdruck (im Januar) in den verschiedenen Höhen über dem atlantischen Ocean und erhielt folgende Tabelle:

Höhe in Metern	0°	30° nörd. Br.	60° nördl. Br.	80° nördl. Br.
8000	282,2mm	275,4mm	251,0mm	232,2mm
6000	364,9 „	359,6 „	334,1 „	316,4 „
4000	469,1 „	466,8 „	440,6 „	427,5 „
2000	599,7 „	601,0 „	575,8 „	571,7 „
0	578 „	766 „	744 „	755 „

Also sowohl das Luftdruckmaximum bei den Azoren als auch das Minimum in den nördlichen Theilen des nordatlantischen Oceans existiren bei einem mittleren Luftdrucke von etwa 500mm oder in einer Höhe von 3000m nicht mehr, sondern vom Aequator an bis zu den Polen nimmt der Luftdruck fortwährend ab und hierdurch ist in der Höhe eine ostwärts gerichtete allgemeine Luftströmung bedingt.

Wir haben es also hier mit einer ungeheuren Cyclone zu thun, deren kaltes Centrum in der Nähe des Poles liegt und deren isobarische Flächen nach dem Aequator hin stetig sich heben. Die allgemeine westliche Luftströmung ist das Bett, worin die Cyclonen zweiter Ordnung entstehen, sich entwickeln und ihren Fort-

gang haben. In diesen Cyclonen steigt die warme Luft in die Höhe und wird von der westlichen Strömung ostwärts fortgegerissen, so dass vor der Depression der Luftdruck abnehmen muss. Das ist der Grund, warum in der ganzen aussertropischen Zone die

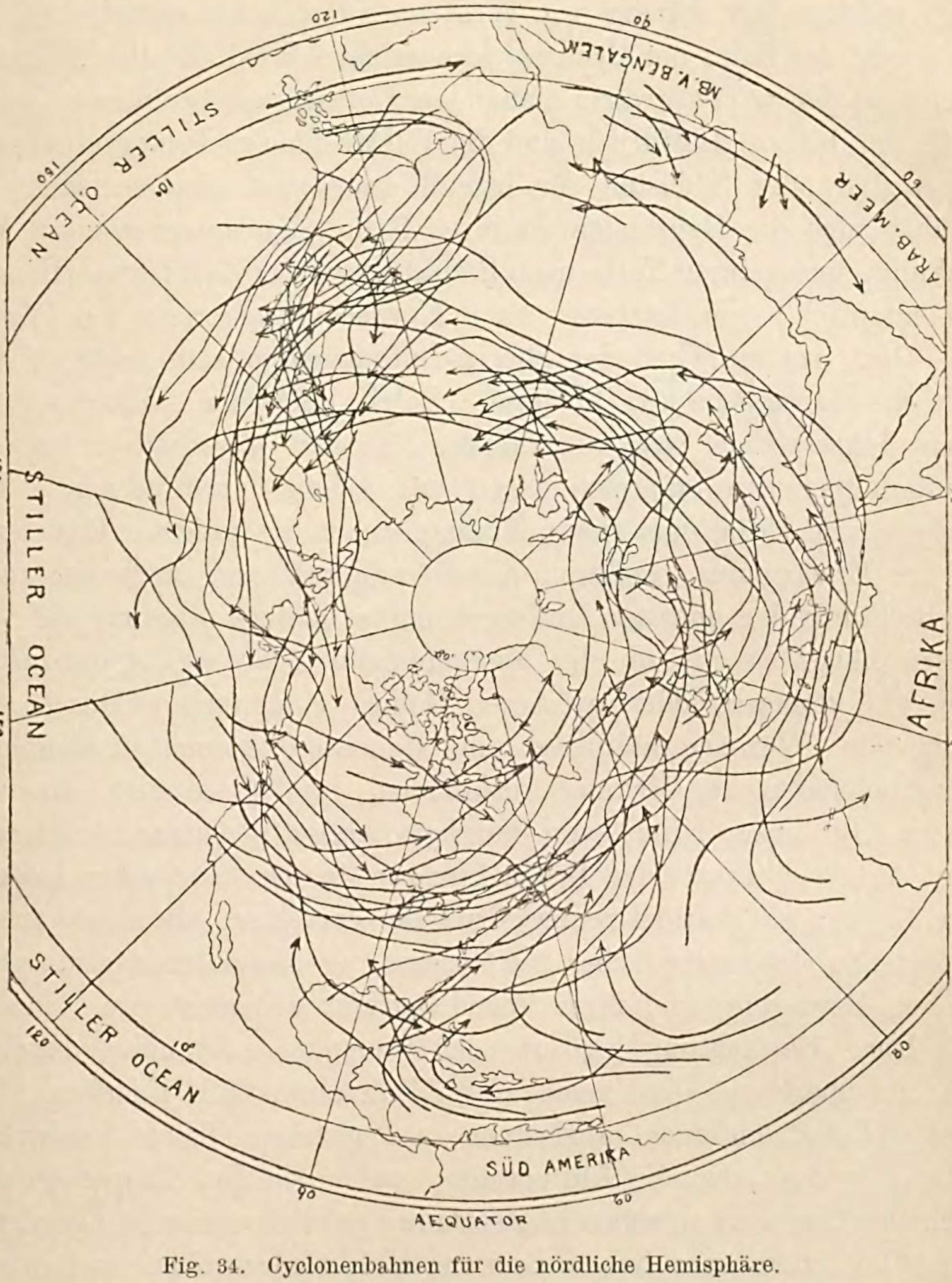


Fig. 34. Cyclonenbahnen für die nördliche Hemisphäre.

Cyclonen von West nach Ost ziehen. Die obige Figur giebt die Vertheilung der mittleren Minimabahnen über die nördliche Hemisphäre nach Loomis und zeigt deutlich die oben angegebenen Beziehungen.

Wenn auch die oberen Regionen nicht an der Wirbelbewegung theilnehmen, so haben sie doch auf die Fortbewegung des Wirbels den wichtigsten Einfluss, indem sie durch Fortschaffung der oberen Luftmassen die Verlegung des tiefsten Luftdruckes bedingen. Ein sichtbares Zeichen der Wirkung dieses oberen Stromes ist der Cirruszug, welcher fast ständig von West nach Ost, oder vielmehr in der Richtung der Bahn der Cyclone vorauszieht. Wird die überwiegende Richtung der west-ostwärts ziehenden Luftmassen verändert, indem z. B. der höhere Luftdruck und die relativ höhere Temperatur nach Südwesten oder Südosten für irgend ein Gebiet sich verlegen, so erfährt auch die Depression in ihrer Bahn eine entsprechende Ablenkung, im ersteren Falle nach Südost (was der Zugstrasse III oder Va entspricht), im letzteren nach Nordost (Zugstrasse Vb IV, I).

Dort, wo ein Theil der oberen Luftströmung sich senkt, bilden sich die barometrischen Maxima. Solche Maxima finden wir zu allen Jahreszeiten fast ausnahmslos in den Rossbreiten und im Winter über dem amerikanischen und asiatischen Continent. Die Bildung und Erhaltung dieser Maxima stehen in innigster Beziehung zu der Erwärmung, wodurch die Mächtigkeit und theilweise auch die Richtung der obersten Luftströmungen bedingt werden, und von diesen hängt es ab, ob die Maxima mehr oder wenig entwickelt und ein kleineres oder grösseres Gebiet einnehmen. Durch abweichende Wärmeverhältnisse am Aequator können bedeutende Verschiebungen der Maxima vorkommen, und diese sind, wie wir wissen, für unser Klima von durchgreifender Bedeutung. Hieraus folgt die Wichtigkeit der Beobachtungen in den tropischen Gegenden, indem ein aufmerksames Studium derselben uns noch zuerst bedeutende Fingerzeige über die Gesetze der allgemeinen atmosphärischen Bewegung und ihrer Wandelbarkeit geben könnte.

Diese Betrachtung legt uns den Gedanken sehr nahe, dass die Maxima überhaupt die Ursache ihrer Entstehung und Erhaltung den oberen Luftströmungen mindestens zum grössten Theile zu danken haben, so dass also die Luftmassen, welche in den Tropen in den höchsten Regionen polwärts in Bewegung gesetzt werden, in gewissen Gegenden, auch sehr hohen Breiten, sich niedersenken und in der unteren Luftschichte zu einem Maximum sich ablagern. Die gewöhnliche Erklärung, dass die barometrischen Maxima durch die vorüberziehenden Depressionen gespeist werden, dürfte allein nicht genügen und in ihrer Anwendung auf allerlei nicht zu beseitigende Widersprüche stossen. —

Die oben ausgesprochene Regel über die Beziehung der Fortpflanzung der Cyclonen zu der überwiegenden Luftströmung in der Umgebung des Depressionscentrums bietet in seinen Consequenzen eine sehr wichtige Handhabe für die ausübende Witterungskunde und giebt Klarheit über eine Reihe vorher räthselhafter Vorgänge bei den Witterungsphänomen. In Bezug auf die Zugstrassen giebt diese Regel folgende interessante Aufschlüsse:

Die nach Südost gerichteten, nahezu parallelen Zugstrassen III und Va setzen hohen Luftdruck im Südwesten und eine von Nordosten nach Südwesten oder von Osten nach Westen am stärksten zunehmende Temperatur als günstigste Bedingung voraus, und da letztere Verhältnisse der kalten Jahreszeit am meisten entsprechen, so folgt, dass diese Zugstrassen auch in der kälteren Jahreszeit am meisten vertreten sein müssen. Auch die rein nach Osten gerichtete Zugstrasse II, welche einen von Süden nach Norden gerichteten Gradienten und eine Temperaturzunahme nach Süden oder Südwesten verlangt, wird in der kälteren Jahreszeit häufiger frequentirt als in der wärmeren, doch tritt hier der Gegensatz in der Frequenz nicht so schroff hervor, wie bei den vorher genannten Zugstrassen. Die nach Nordosten oder Ostnordosten gerichteten Zugstrassen I und IV setzen hohen Luftdruck im Südosten und zunehmende Temperatur nach Südosten oder Süden hin voraus. Diese Zugstrassen sind daher in der wärmeren Jahreszeit am häufigsten vertreten, sind aber auch (insbesondere Zugstrasse I) in der kälteren Jahreszeit nicht selten, eine Thatsache, deren Erklärung jedenfalls in der bedeutend grösseren Luftdruckdifferenz zwischen NW und SE in dieser Jahreszeit zu suchen ist. An einer anderen Stelle habe ich gezeigt, dass die auf unserer Luftdruckkarte (vergl. Fig. 56 u. 57) für die Zugstrasse I verzeichneten Minima in weitaus den meisten Fällen nur Randbildungen, Theilminima grösserer Depressionen sind, die ihren Kern bei Island haben, und dass hier in der That die Temperatur ziemlich rasch nach Südosten hin anwächst [172]). Die Zugstrasse Vb gehört hauptsächlich dem Frühjahre an und bietet desswegen ein hohes Interesse, weil dieselbe nicht selten mit den Kälterückfällen in unseren Gegenden in nahem Zusammenhange steht. Sie verlangt nach Nordwesten gerichtete Druck- und Temperatur-Gradienten, wie sie auch nach unseren Karten in hohem Maasse entwickelt sind.

Bei der Beurtheilung der Fortpflanzungsrichtung eines Minimums ist also in jedem Falle sowohl die Vertheilung des Luftdrucks als auch jene der Temperatur wohl zu berücksichtigen. In vielen Fällen sind

diese beiden Elemente in der Umgebung der Depressionscentren nicht in demselben Sinne vertheilt, und diesem Umstande ist es hauptsächlich zuzuschreiben, dass die Fortpflanzung und Umwandlung der Depressionen und hiermit auch die Witterungsphänomene unserer Gegenden (abweichend von den Vereinigten Staaten, wo die Depressionen meistens nur eine einzige ostwärts gerichtete Zugstrasse durchwandern) so ausserordentliche Mannigfaltigkeit aufweisen, dass über die allgemeine Gültigkeit des obigen Satzes bei flüchtiger Betrachtung Zweifel aufkommen können, um so mehr, als auch noch die Temperaturvertheilung am Erdboden für diejenige der höheren Regionen nicht ganz maassgebend ist. Nichtsdestoweniger lässt sich die Richtigkeit dieses Satzes auch für die Einzelfälle aufrecht erhalten; es kommt hier nur darauf an, dass alle Umstände klar erkannt und gehörig gewürdigt werden, wobei allerdings die vertikale Temperaturvertheilung eine wichtige Rolle spielt. Berücksichtigen wir in letzerer Beziehung aber die normalen Verhältnisse, so können folgende Sätze als allgemein gültig angesehen werden: 1) Ist die Vertheilung des Luftdrucks und der Temperatur in der Umgebung der Depression nach demselben Sinne gerichtet, so dass sowohl der höchste Luftdruck, als auch die höchste Temperatur auf derselben Seite der Depression liegen, so erfolgt, wie schon oben dargethan, die Fortpflanzung der Depression nahezu senkrecht zum Druck- und Temperatur-Gradienten. 2) Ist Luftdruck und Temperatur in der Umgebung der Depression im entgegengesetzten Sinne vertheilt und beide ziemlich gleichwerthig, so wird die Bewegung der Depression gehemmt oder ganz aufgehoben (stationäre Depression); dabei nimmt die Depression eine längliche, mehr oder weniger verzerrte Form an, deren Längenaxe senkrecht zum Luftdruck- resp. Temperatur-Gradienten steht und an deren Enden sich häufig Theilminima loslösen, die dann der Luftströmung folgen, welche in der ganzen Luftsäule über der entsprechenden Gegend vorwiegt. 3) Ist bei derselben Vertheilung wie vorhin nach der einen Seite der Depression entweder der Luftdruck- oder der Temperatur-Gradient überwiegend, so wird die Richtung der Ortsbewegung durch das vorwaltende Element bestimmt. 4) Sind Luftdruck und Temperatur zwar nicht entgegengesetzt, aber auch nicht in demselben Sinne um die Depression vertheilt, so wird von der Depression eine resultirende Richtung eingeschlagen. —

ζ) Abnorme Bahnen der Minima.

Ist der oben angeführte Satz allgemein gültig, so wird er sich auch auf diejenigen Cyclonen anwenden lassen, welche in abnormalen Bahnen sich bewegen, und diese geben in der That sehr werthvolle Anhaltspunkte zur Prüfung. Zu diesem Zwecke habe ich aus den erratischen Bahnen diejenigen gewählt, bei welchen die Cyclonen keine oder doch nur eine sehr geringfügige östliche Componente aufweisen und diese in 5 Gruppen geschieden, je nachdem sie nach N, NW, W, SW oder S sich fortbewegten. Aus dem 9jährigen Zeitraum von 1876 bis 1884 erhielt ich 76 solcher anomaler Bahnen, welche sich nach Richtung und Jahreszeit folgendermassen gruppiren:

Richtung nach	N	NW	W	SW	S
Winter	1	6	1	2	
Frühjahr	5	4	3	2	5
Sommer	9	9	3	1	0
Herbst	2	7	3	4	3
October bis März	1	11	3	7	10
April bis September	16	15	7	2	4

Diese Tabelle ist sehr lehrreich und bietet manches Interesse. Am meisten vertreten sind die anomalen Bahnen mit nördlicher Componente, und unter diesen die mit nordwestlicher, am wenigsten die ganz nach W oder SW gerichteten, während die mit südlicher Componente in der Mitte liegen. In Bezug auf die Jahreszeit treten diejenigen mit nördlicher Componente in Contrast mit denjenigen mit südlicher. Denn auf 16 nordwärts gerichtete Bahnen in der wärmeren Jahreszeit kommt nur eine einzige ebensolche in der kälteren Jahreszeit, wogegen den 4 nach Süden verlaufenden in der wärmeren Jahreszeit 10 in der kälteren gegenüberstehen. Die nach Westen gerichteten Bahnen sind im Sommer mehr als doppelt so häufig als im Winter. Im Sommer liegt die grösste Erwärmung im Osten des europäischen Continentes, so dass hierdurch die vorwaltende Richtung nach Nord erklärt ist; umgekehrt ist der Westen Europas im Winter wärmer als der Osten und daher die vorwaltend nach Süden gerichteten Bahnen. Dieses Ergebniss stimmt sehr gut mit der Thatsache überein, worauf wir schon oben aufmerksam machten, dass die nach Südost gerichteten Zugstrassen hauptsächlich der kälteren, die nach Nordost gerichteten namentlich dem Sommer angehören.

Ferner ergab eine Untersuchung der Einzelfälle, dass diese sich mit geringen Ausnahmen aus der jeweiligen Luftdruck- und Temperaturvertheilung erklären lassen, und diese Ausnahmen dürften sich auf eine anomale verticale Temperaturvertheilung zurückführen lassen.

Die in obiger Tabelle angegebenen Häufigkeitszahlen für die verschiedenen anomalen Bahnen harmoniren mit einer Zusammenstellung, welche Cl. Ley [173]) für eine Zeitepoche von 9 Jahren für NW-Europa gemacht hat und die wir hier wiedergeben wollen. Es sind in dieser Tabelle noch angegeben die Lage der grössten Gradienten, die Fälle, in welchen das Minimum nicht mehr als 60 Meilen in den folgenden 24 Stunden zurückgelegt hatte (stationäre Minima) und ausserdem sind auch die Fälle noch aufgeführt, in welchen die Bewegungen eine östliche Componente hatten.

Grösster Gradient		Fälle des Fortschreitens der Depressionen nach								Stationäre Depressionen
Lage	Zahl	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	
E	38	4	2	3	—	2	1	5	15	6
SE	236	129	38	11	—	—	—	13	39	6
S	214	80	93	10	—	—	—	3	25	3
SW	149	19	64	34	8	—	—	3	11	10
W	64	6	12	15	12	1	—	1	6	11
NW	35	5	2	3	8	1	—	—	3	13
N	29	—	3	9	1	—	3	1	1	11
NE	25	7	2	3	2	3	2	3	3	10
Summe	790	250	216	88	31	7	6	29	103	68

Hiernach sind die nach Nord gerichteten Bahnen entschieden vorwiegend und die nach West und Südwest gerichteten treten entschieden zurück, was also dem Wesen nach mit unserer Tabelle übereinstimmt. Abweichend von dieser haben nach Cl. Ley die südlichen Bahnen eine etwas grössere Häufigkeit als die nordwestlichen. Wenn wir oben die Uebereinstimmung der anomalen Bewegung mit der Temperaturvertheilung zeigten, so folgt aus der Zusammenstellung von Cl. Ley, dass bei den nordwärts gerichteten Bahnen der steilste Gradient auf der Ostseite, dagegen bei den nach Süd verlaufenden auf der Westseite liegt.

Loomis [174]) theilt nach der Publication des Signal Office die Fälle, in welchen die Sturmbahnen am meisten von ihrer mittleren Richtung abwichen, in zwei Kategorien: 1) in jene, in welchen die Sturmbahn nach Nord abwich, und 2) in jene, in welchen die Abweichung südlich war und ungefähr von Nord nach Süd verlief. Er fand nun, dass in den ersteren Fällen die mittlere Geschwindigkeit der südlichen Winde um 10 % grösser war als die der nördlichen, und in den zweiten Fällen die nördlichen Winde eine ungefähr doppelt so grosse Geschwindigkeit hatten als die südlichen. Hiernach wären die Gradienten im Falle 1 auf der Ostseite der Depression, im Falle 2 auf der Westseite am steilsten, was mit den Verhältnissen in Europa übereinstimmt.

η) Erhaltungstendenz bei den einzelnen Zugstrassen.

Hat sich Luftdruck- und Temperatur-Vertheilung für eine bestimmte Zugstrasse einmal günstig gestaltet, oder mit anderen Worten, hat sich einmal die Wetterlage für eine bestimmte Zugstrasse günstig eingerichtet, so ist klar, dass die nach einander folgenden Depressionen diese Zugstrasse so lange befolgen werden, als sich Temperatur- und Druckverhältnisse nicht geändert haben, welche Aenderung hauptsächlich durch die mechanischen Wirkungen der Depressionen oder durch die Einwirkungen anderer das Gebiet durchziehender Minima, oder endlich durch andere allgemeiner wirkende Ursachen (Insolationsverhältnisse, Verlegung der grossen barometrischen Maxima und Minima) herbeigeführt wird. Da nun aber die Gebiete hohen Luftdruckes (im Gegensatze zu den nordamerikanischen Verhältnissen) in Europa eine entschieden ausgesprochene Erhaltungstendenz zeigen, so ist klar, dass die Witterungsvorgänge in unseren Gegenden längere Zeit hindurch, ja manchmal während ganzer Wochen und Monate denselben typischen Charakter zeigen können. Dass in der That die Aufeinanderfolge der Depressionen Regel ist, zeigt folgende Zusammenstellung, welche in Col. 5—7 die Anzahl der Fälle für die kältere Jahreszeit (k. J.), die wärmere (w. J.) und das Jahr (J.) wiedergiebt, in welchen neue Depressionen ungefähr auf demselben Gebiete folgten, in dem die in Col. 2—4 angegebenen Minima zuerst auftraten:

Zugstr.	Anzahl der Fälle überhaupt			nachfolgende Cyclonen			in Procenten		
	k. J.	w. J.	Jahr	k. J.	w. J.	Jahr	k. J.	w. J.	Jahr
II	14	6	20	11	3	14	79	50	70%
III	20	—	20	17	—	17	85	—	85
IV	14	17	31	12	11	23	86	65	74
Va	10	4	14	1	1	2	10	25	14
II, III, IV	48	23	71	40	14	54	83	61	76%

Nach dieser Tabelle waren bei den Zugstrassen II, III und IV von 100 Cyclonen 76 von weiteren Cyclonen gefolgt, welche, wie sich aus der Untersuchung der Einzelfälle ergab, dann meistens erschienen, wenn die ersteren Cyclonen beim Vorübergange sich befanden. Obgleich diese Cyclonen meistens an der Stelle ihrer Vorgänger erschienen, so hielten sie doch durchschnittlich nicht ganz die Zugstrasse bei (am meisten noch bei der Zugstrasse III), sondern bogen nachher gewöhnlich ab, wandelten sich um oder füllten sich aus. Die Erhaltungstendenz tritt in der kälteren Jahreszeit viel entschiedener hervor, als in der wärmeren, wie auch die Luftdruckverthei-

lung in der ersteren typischer ist, als in der letzteren. Bei der Zugstrasse Va wird die Cyclone sehr selten von einer neuen gefolgt, vielmehr ist die Bildung einer Anticyclone im Nordwesten oder Norden der häufigste Fall.

Dass die Wetterlage nicht etwa beim Fortschreiten der Minima nach und nach günstig für die eine oder andere Zugstrasse umgestaltet zu werden braucht, zeigte eine Untersuchung der Wetterlage vor 24 Stunden, ehe die Cyclone in die betreffende Zugstrasse einbog. Es wurden für die einzelnen Zugstrassen Wetterkarten dargestellt, welche die mittlere Luftdruckvertheilung 24 Stunden vor Erscheinen des Minimums darstellten; alle diese Karten zeigten sehr bestimmt den Typus der Druckvertheilung, welche jeder Zugstrasse zukommt, so dass wohl kein Zweifel mehr obwaltet, dass schon die ursprüngliche Wetterlage, wenigstens in Bezug auf den Luftdruck, durchschnittlich alle Bedingungen erfüllt, dass eine Cyclone eine ganz bestimmte Zugstrasse einschlägt und verfolgt. Wird von den Cyclonen die Zugstrasse geändert, so erfolgt auch mit diesem Wechsel eine für die einzelnen Gebiete mehr oder weniger entschiedene Aenderung der Witterungsverhältnisse, zumal dann, wenn die nun eingeschlagene Zugstrasse von der verlassenen eine verschiedene Richtung hat, z. B. wenn die Cyclonen von einer nach Nordost gerichteten Zugstrasse in eine nach Südost verlaufende umbiegt.

Aus den Wetterkarten des Petersburger Centralobservatoriums für 1872 und 1873, auf welchen Zeitraum 107 Cyclonen kamen, bestimmte Köppen[175]) die Wahrscheinlichkeit des Eintrittes einer neuen Cyclone (0 = absolutes Nichteintreffen, 1 = Gewissheit des Eintreffens):

in weniger als 24 Stunden nach einer andern	0,33
nach einem Zwischentage	0,32
„ 2 oder 3 Zwischentagen	0,19
„ 4, 5 oder 6 „	0,19
„ 7—10 „	0,18
„ 11—24 „	0,16

„Ist also eine barometrische Depression über den Beobachtungsort weggegangen und entfernt sich von demselben, so ist eine erhebliche Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass man schon am folgenden oder nächstfolgenden Tage in das Gebiet einer neuen Depression gelangen werde; sind dagegen mehrere Tage verflossen seit der Entfernung oder dem Verschwinden jener Depression und haben sich in der Zwischenzeit mehr gleichförmige Druckverhältnisse her-

gestellt, so ist die Gefahr, dass man zum folgenden Tage einer Depression entgegengehe, ungefähr um die Hälfte geringer."

Mit meinem oben angegebenen Untersuchungsergebnisse stimmt auch eine Bemerkung Spindler's[176]), welcher die Sturmbahnen von 1875—1877 untersuchte, überein:

„Bei einer genauen Untersuchung der Sturmkarten zeigt sich, dass Cyclonen, die sich an nicht zu weit von einander gelegenen Orten zeigen, sich zuweilen im Verlaufe eines grösseren oder geringeren Zeitraumes in gleicher Richtung fortpflanzen. Eine angenäherte Berechnung ergab, dass man, wenn 2 Cyclonen sich in einer grösseren gleichen Richtung fortgepflanzt haben, mit einer Wahrscheinlichkeit von 38 pro 100 schliessen könne, die dritte Cyclone, die aus derselben Gegend, wie die beiden ersten, kommt, werde auch die gleiche Richtung einschlagen. Die vorstehenden Schlüsse beziehen sich auf alle Cyclonen, die mit ihrem Centrum den Continent von Europa betreten."

Es sei hierbei noch bemerkt, dass schon durch die in den Wetterkästen der Seewarte seit 1876 an den Signalstellen ausgestellten Erläuterungen zu den Hafentelegrammen und Wetterkarten der Deutschen Seewarte auf diesen Punkt für Nordwesteuropa ausdrücklich hingewiesen wurde.

ϑ) Bedeutung der Zugstrassen für die Witterungserscheinungen in unseren Gegenden*).

Aus den vorhergehenden Darlegungen folgt die hohe Wichtigkeit, bei Beurtheilung der wahrscheinlichen Aenderung der Wetterlage die Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur in möglichst weiter Umgebung zu kennen, insbesondere aber die Uebersicht über die Witterungsvorgänge nach Westen hin möglichst zu erweitern. Um z. B. entscheiden zu können, welche Bahn eine im Westen, etwa bei den britischen Inseln, auftauchende Cyclone einschlage und wie sich das Wetter in unserer Gegend einrichten wird, ist es unbedingt nothwendig, Luftdruck- und Temperaturvertheilung auf dem atlantischen Ocean, wenigstens auf der östlichen Seite zu kennen. Vor allem ist das Hauptaugenmerk zu richten auf das Verhalten der Anticyclonen und Cyclonen, welche gewisse Gegenden unserer Erde charakterisiren, auf ihre Umwandlungen und Ver-

*) Vergl. unten die kleinen Kärtchen: „Mittlere Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur-Abweichung etc." (Fig. 56 u. 57).

schiebungen; denn neben der Temperatur sind sie das Bedingende für das Auftreten und die Fortpflanzung unserer kleineren Cyclonen und somit für die Witterungsphänomene unserer Gegenden. Hierdurch erhalten wir, so zu sagen, einen höheren Standpunkt, um die einzelnen Witterungsvorgänge und Witterungsepochen übersehen zu können und zu beurtheilen, ob und warum in gegebenen Fällen der Witterungscharakter für längere Zeit beharrlich sein wird oder nicht. Das ist die wissenschaftliche und verwerthbare Basis einer Wetterprognose auf längere Zeit, ein sicherlich hochwichtiges Ziel! Auf diesen Gegenstand werde ich weiter unten noch zurückzukommen haben, vorläufig wollen wir unsere Betrachtungen nur an das Material anlehnen, welches uns durch die täglichen Wetterkarten zur Verfügung steht.

Würden wir auch in jedem einzelnen Falle darüber ganz gewiss sein, welchen Weg eine gegebene Depression für die nächste Zeit einschlagen wird und wie rasch sie sich fortpflanzt, so würden, trotz der hohen Wichtigkeit dieser Erkenntniss für die ausübende Witterungskunde, dennoch viele Fragen zu lösen sein, die sowohl für Sturmwarnungen als Wetterprognosen überhaupt von sehr gewichtiger Bedeutung sind, so dass das langersehnte und viel verheissende Ziel auch dann noch lange nicht erreicht wäre. Ueber die Entstehung, Entwickelung, Verwandlung und Wirkung der Depressionen, über die vielen, manchmal scheinbar unbedeutenden Modifikationen in der Wetterlage, die jedoch häufig ausserordentliche Aenderungen des Wetters hervorbringen, sind wir meistens noch im Unklaren und nur ganz allmählich dürften wir hier durch fortgesetztes systematisches Studium in unserer Erkenntniss weiter fortschreiten. Aus diesen Gründen möge auch ein kleiner Beitrag zur Lösung dieser Fragen, wie er durch diese Darlegungen geboten sein soll, nicht unwillkommen sein, insbesondere aber möchte ich hier einen Weg vorzuzeichnen versuchen, auf welchem es gelingen wird, zu weiteren Erkenntnissen fortzuschreiten und sich dem Ziele, welches der ausübenden Witterungskunde gesteckt ist, immer mehr, wenn auch langsam und durch unverdrossene Arbeit, zu nähern.

In dem Folgenden wollen wir nun die Witterungserscheinungen und ihre Aenderungen näher in's Auge fassen, wie sie sich für die einzelnen Zugstrassen ergeben, um hieraus eine schematische Uebersicht der Witterungsvorgänge abzuleiten, wie sie etwa bei Aufstellung von Wetterprognosen verwerthet werden könnte.

Zugstrasse I. Kältere Jahreszeit. Obgleich der Kern

der bei dieser Zugstrasse in Betracht fallenden Depressionen im hohen Nordwesten über Island und Umgebung liegt, so ist sie doch für das Wetter und das Klima überhaupt in Europa die wichtigste. Denn dieselbe verlangt die Entwickelung niederen Luftdruckes nordwestlich und nördlich von Europa und bei ihrer Entwickelung sind alle Bedingungen für einen milden Witterungscharakter gegeben, wenigstens für Nordwesteuropa. Ob dieser sich auch über Deutschland erstreckt, ist lediglich durch die Lage des barometrischen Maximums bedingt. In den meisten Fällen lagert dieses über Osteuropa und steht dann gewöhnlich im Zusammenhang mit der grossen Anticyclone, welche in dieser Jahreszeit das continentale Asien bedeckt, in anderen Fällen über Südeuropa, etwa über Spanien, Südfrankreich und der Alpengegend und bildet dann nicht selten die Fortsetzung des hohen Luftdruckes der Rossbreiten, zuweilen auch über Centraleuropa. Die Häufigkeit dieser verschiedenen Lagen, welche bei dieser Untersuchung in Betracht gezogen wurden und der Zeitepoche 1876—1884 angehören, verhalten sich wie 20: 16: 11, so dass wir das barometrische Maximum bei Zugstrasse I am häufigsten im Südosten am seltensten über Centraleuropa antreffen. Den Effect dieser Situationen wollen wir in jedem dieser 3 Fälle betrachten.

$\alpha\alpha$) Maximum über Südosteuropa. Der Wirkungskreis der Cyclonen, welche über dem Ocean im Nordwesten vorbeiziehen, ist ein ausserordentlich grosser und erstreckt sich weit süd- und ostwärts in unseren Continent hinein. Seine Begrenzung ist durch die „continentale Axe“ gegeben, welche von Centralspanien über Bayern nach dem schwarzen Meere verläuft. Die Isobaren verlaufen über Centraleuropa nach Nordost. Dieser Wetterlage entsprechend erhält die oceanische Luft freien Zugang über Nord- und Mitteleuropa und der Transport wird um so lebhafter sein, je grösser die Luftdruckunterschiede zwischen Nordwest und Südost sind. Diese Luft ist aber warm und feucht und warmes mildes Wetter mit Regenfällen wird für diese Situation charakteristisch sein. Die Regenfälle werden im westlichen Deutschland am häufigsten sein, welches zunächst den Einflüssen des oceanischen Luftstromes ausgesetzt ist, und in den östlichen Gebietstheilen etwas zurücktreten.

Als Beispiel führe ich die Witterungsvorgänge am 30. und 31. December 1878 an, welche durch die nachstehenden Wetterkarten übersichtlich dargestellt sind.

Auf der Wetterkarte am 30. liegt ein Minimum von etwa 730^{mm}

bei den Hebriden, auf der Zugstrasse I fortschreitend und Wind und Wetter auf der ganzen Nordwesthälfte Europas beherrschend, während das Maximum über Südosteuropa bis zu etwa 770^{mm} hinaufreicht. Der oceanische Luftstrom ergiesst sich über Frankreich, Deutschland, das Nord- und Ostseegebiet; auf der Südseite der Cyclone ist er am stärksten und hier ist auch die Erwärmung am grössten. Die Nullisotherme streift die ostdeutsche Grenze, die westdeutsche hat 5° Wärme, im westlichen Frankreich liegt die Temperatur 10—15° über dem Gefrierpunkte, am finnischen Busen, der noch im Bereiche

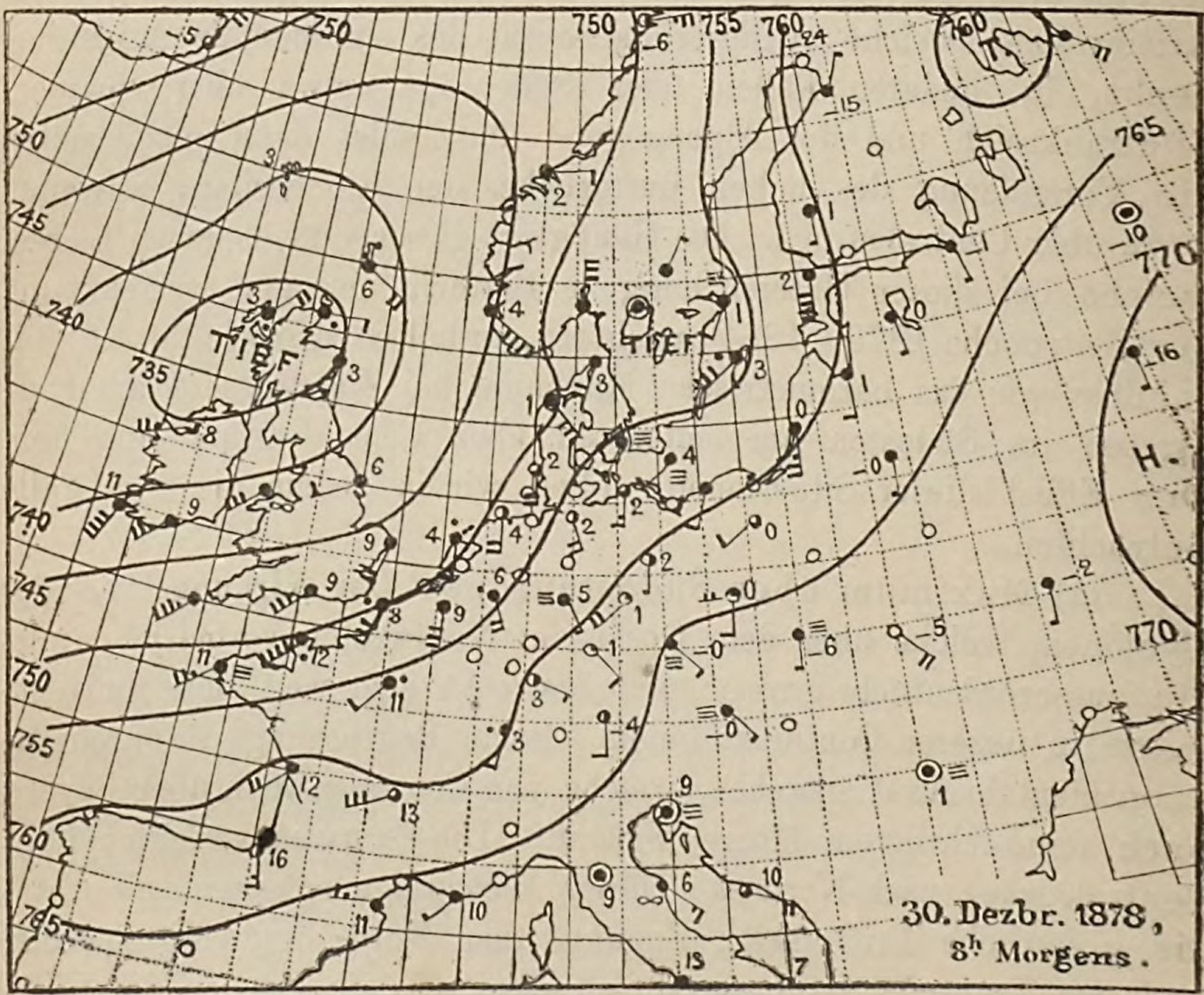


Fig. 35. (Wegen der Zeichen vergl. Fig. 5a und 5b Seite 102.)

der warmen Luftströmung liegt, herrscht eben noch Thauwetter, dagegen Haparanda, welches nicht unter dem Einflusse dieses Stromes steht, hat strenge Kälte (— 24° C.). Was die Witterungszustände betrifft, so ist das Wetter auf der ganzen Südostseite der Cyclone trübe, vielfach fällt Regen, nur in Deutschland herrscht zur Beobachtungsstunde noch vielfach heiteres Wetter; weiter nach Südost hin ist das Wetter ruhig und neblig, wie es der Anticyclone eigen ist.

Die folgende Wetterkarte vom 31. December giebt Aufschluss darüber, wie sich das Wetter in den nächsten 24 Stunden geändert

hat. Das Minimum ist nach der norwegischen Küste fortgerückt und an seine Stelle ein anderes von ungefähr derselben Tiefe getreten. Der höchste Luftdruck ist westwärts fortgeschritten und hat sich in 2 Maxima (von 770^{mm}) gespalten, von denen das eine über Südfrankreich, das andere über der Adria liegt. Hierdurch hat der oceanische Luftstrom einen weiteren Impuls nach Osten erhalten, er dringt mit grosser Lebhaftigkeit in den Continent ein, und verbreitet sich weit in die nördlichen Gebietstheile. Die Wirkungen dieses Stromes sind gekennzeichnet durch Erwärmung und Regenfälle.

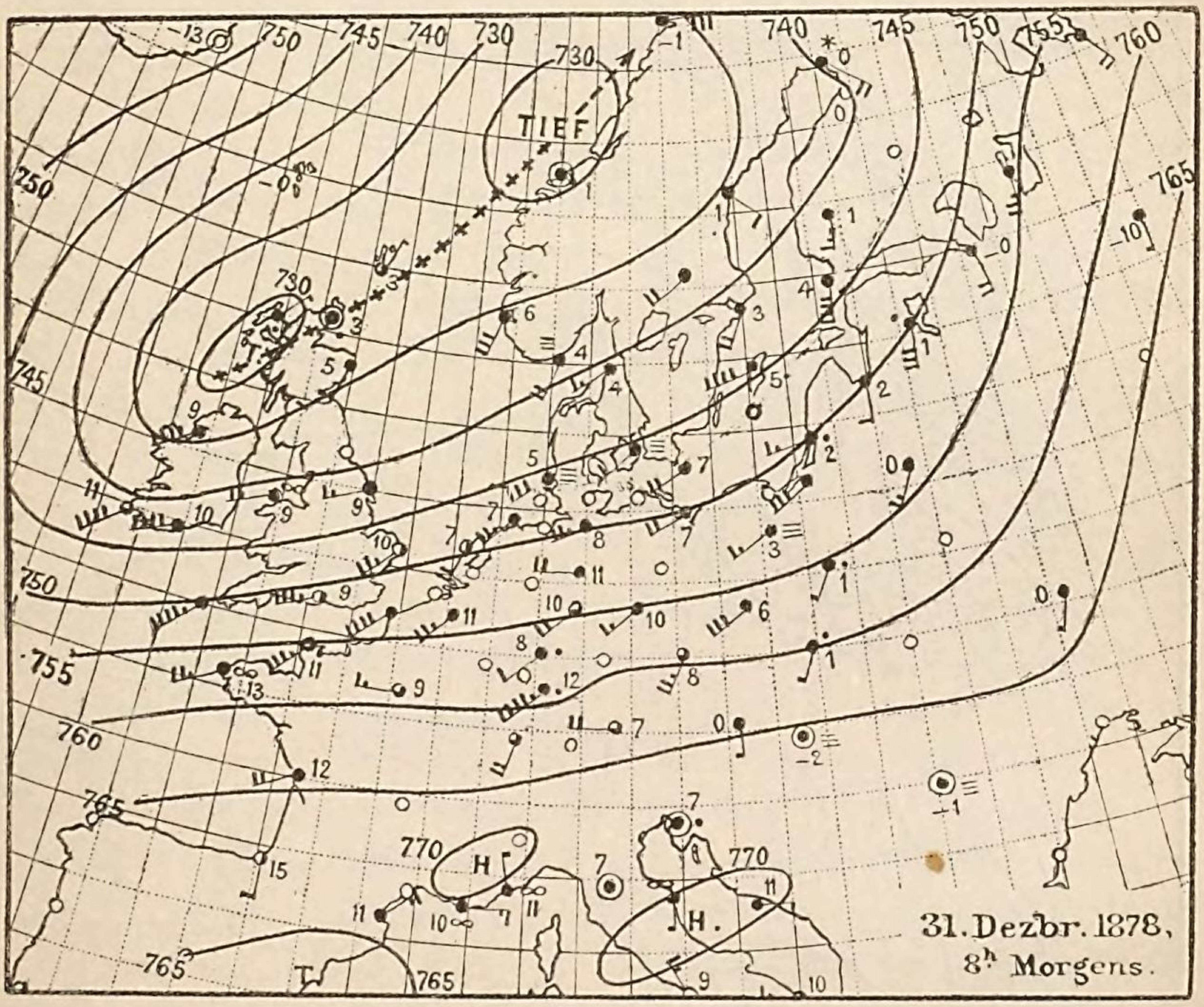


Fig. 36.

Die Isotherme von 10° ist nach dem westlichen Deutschland, die von 5° nach Ostdeutschland gerückt, während die Nullisotherme nach dem Inneren Russlands gewandert ist; in Haparanda ist Thauwetter eingetreten. An der deutschen Küste liegt die Morgentemperatur 5—9, im deutschen Binnenlande 6—12° über dem Mittelwerthe. — Auch das Wetter hat sich in Deutschland erheblich geändert: an Stelle der heiteren, meist trockenen Witterung sind Trübung und Niederschläge getreten, in den letzten 24 Stunden ist in ganz Deutschland Regen gefallen, an der Küste bis zu 13, im Binnenlande bis zu 15^{mm}. Die Winde

sind erheblich aufgefrischt und nehmen noch in der Neujahrsnacht einen stürmischen Charakter an, und zwar unter dem Einflusse der Cyclone, welche am Morgen über Schottland lag und auf derselben Zugstrasse nordostwärts nach der norwegischen Küste weiter wanderte.

Dass aber fast bei derselben Luftdruckvertheilung die Witterung in Deutschland einen ganz andern Charakter haben kann, als den eben dargestellten, folgt aus den Wetterkarten des ganzen Zeitraums vom 26. Januar bis zum 7. Februar 1880, welcher dem denkwürdigen strengen Winter 1879 auf 1880 angehört. Aus den Wetterkarten

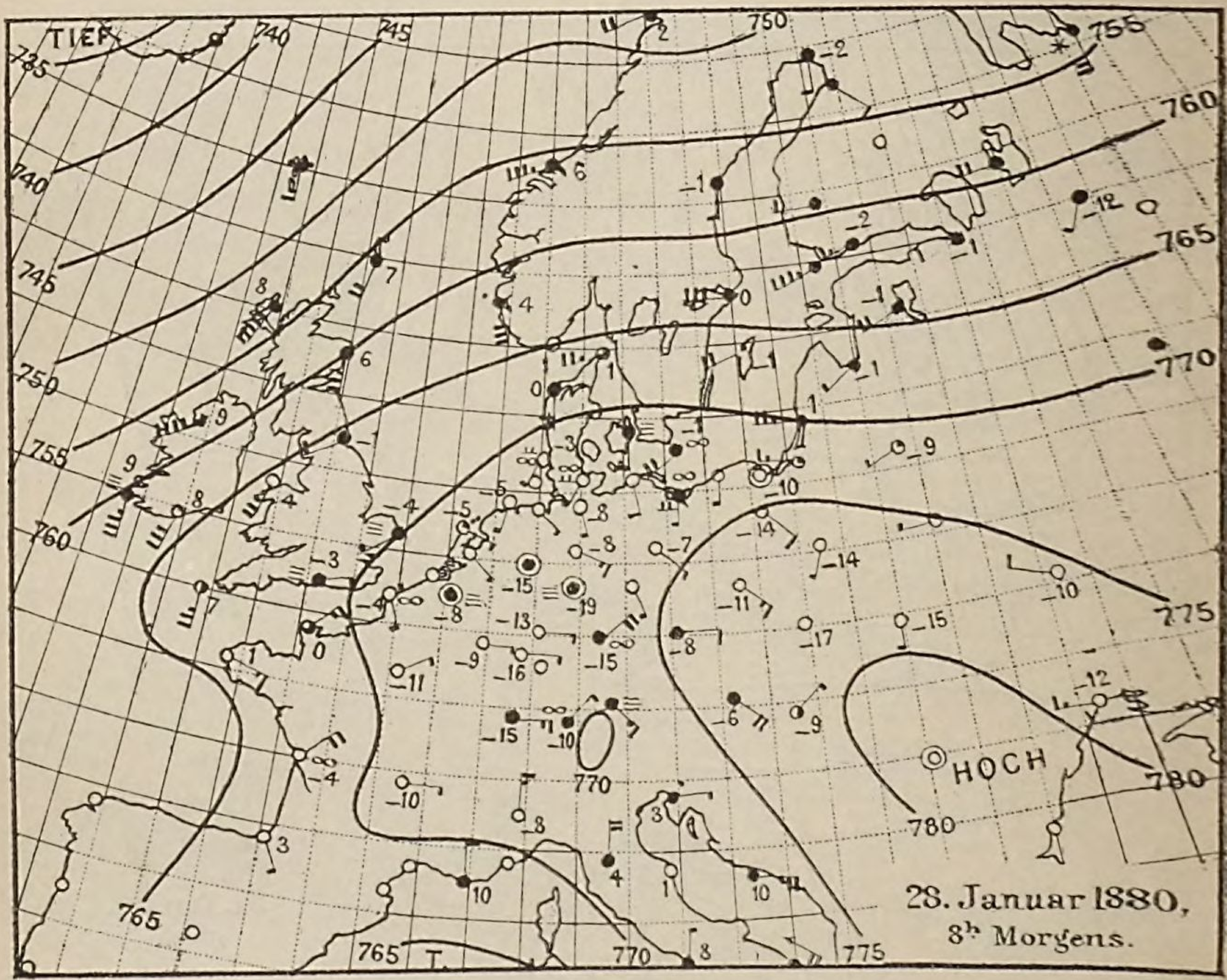


Fig. 37.

nehme ich als Repräsentanten diejenige vom 28. Januar 1880 heraus, welche in mancher Beziehung lehrreich ist.

Auch hier lagert ein umfangreiches Depressionsgebiet über dem Ocean im Nordwesten von Europa und ein barometrisches Maximum von über 780mm über Südosteuropa. Indessen ist der Verlauf der Isobaren über Centraleuropa ein ganz anderer, wie in dem vorher besprochenen Falle: am 30. und 31. December sind dieselben cyclonal gekrümmt, indem sie die concave Seite dem niedersten Luftdrucke zuwenden, dagegen am 28. Januar 1880 anticyclonal,

die concave Seite nach dem barometrischen Maximum kehrend. Diesem Gegensatze entspricht auch ein Contrast in den Wind- und Witterungsverhältnissen: im ersteren Falle sehen wir auf den Wetterkarten einen lebhaften oceanischen Luftstrom über Deutschland sich ergiessen, begleitet von sehr warmem und regnerischem Wetter, im letzteren Falle sind schwache continentale, meist östliche Winde vorherrschend, welche von heiterem, stellenweise nebligem Wetter und eisiger Kälte begleitet sind. Die Morgentemperatur an diesem Tage betrug in Cöslin — 11,8°, in Hamburg — 8,3°, in Münster i. W. — 15,2°, in Thorn — 14,5°, in München — 15,3°, während das Temperaturminimum in Cassel auf — 19,3° herabgieng. Obgleich während dieser ganzen Kälteepoche beständig Cyclonen, und vielfach intensive, in Nordwesteuropa auf Zugstrasse I fortschritten, so konnten diese keine Linderung der strengen Kälte hervorbringen. Erst am 9. Februar, als eine Cyclone im Südwesten der britischen Inseln erschien und den Lufttransport vom Ocean nach dem Continente wiederherstellte, erfolgte in Deutschland wieder rasche Erwärmung.

ββ) Maximum über Südeuropa. Das barometrische Maximum liegt, wie bereits oben bemerkt, über Spanien, Südfrankreich oder dem Alpengebiet und steht gewöhnlich in Beziehung mit dem Maximum der Rossbreiten. Die Isobaren über Centraleuropa haben eine mehr östliche Richtung als im vorhergehenden Falle. Auch bei dieser Lage ist die oceanische Luftströmung entschieden vorherrschend, meistens lebhaft und zuweilen stürmisch. Warmes Wetter mit Regenfällen wird daher bei dieser Situation die Regel sein. Als Repräsentanten dieser Wetterlage wählen wir die Wetterkarte vom 2. und 3. Januar 1880, welche den Vorübergang resp. die Rückseite einer sich auf Zugstrasse I fortbewegenden Cyclone darstellen.

Nach der Wetterkarte vom 2. Januar 1880 dringen die feuchtwarmen Seewinde weit ostwärts in unseren Continent hinein und überfluthen Deutschland in einem lebhaften Strome, welcher im nordwestdeutschen Küstengebiete einen fast stürmischen Charakter annimmt. Das Wetter ist trübe, regnerisch und ungewöhnlich warm; der Wärmeüberschuss beträgt an der deutschen Küste 2—10, im Binnenlande $4\frac{1}{2}$—9°.

Am 3. morgens liegt die Cyclone bei Finnmarken, auf der Nord- und Ostsee vielfach stürmische westliche Winde hervorrufend, während der hohe Druck sich etwas nordwärts nach den britischen Inseln ausgebreitet hat. Die quer durch Centraleuropa verlaufende Isobare, welche die Orte mit einem Barometerstande von 770 ^{mm} (reducirt

auf das Meeresniveau) verbindet, ist nach Südost gerichtet, so dass jetzt die Winde, ohne ihren Charakter als Seewinde zu verlieren, eine mehr nördliche Richtung haben. Dementsprechend zeigen fast alle deutschen Stationen eine Erniedrigung der Temperatur, obgleich diese noch erheblich über dem Normalwerthe bleibt.

Die eben erwähnte Ausbreitung des Maximums im Süden nach Norden und Nordosten ist der gewöhnliche Fall und ist in der Regel von Abkühlung begleitet, wesshalb hierauf bei Beurtheilung der zu erwartenden Wetterlage besondere Rücksicht genommen werden muss.

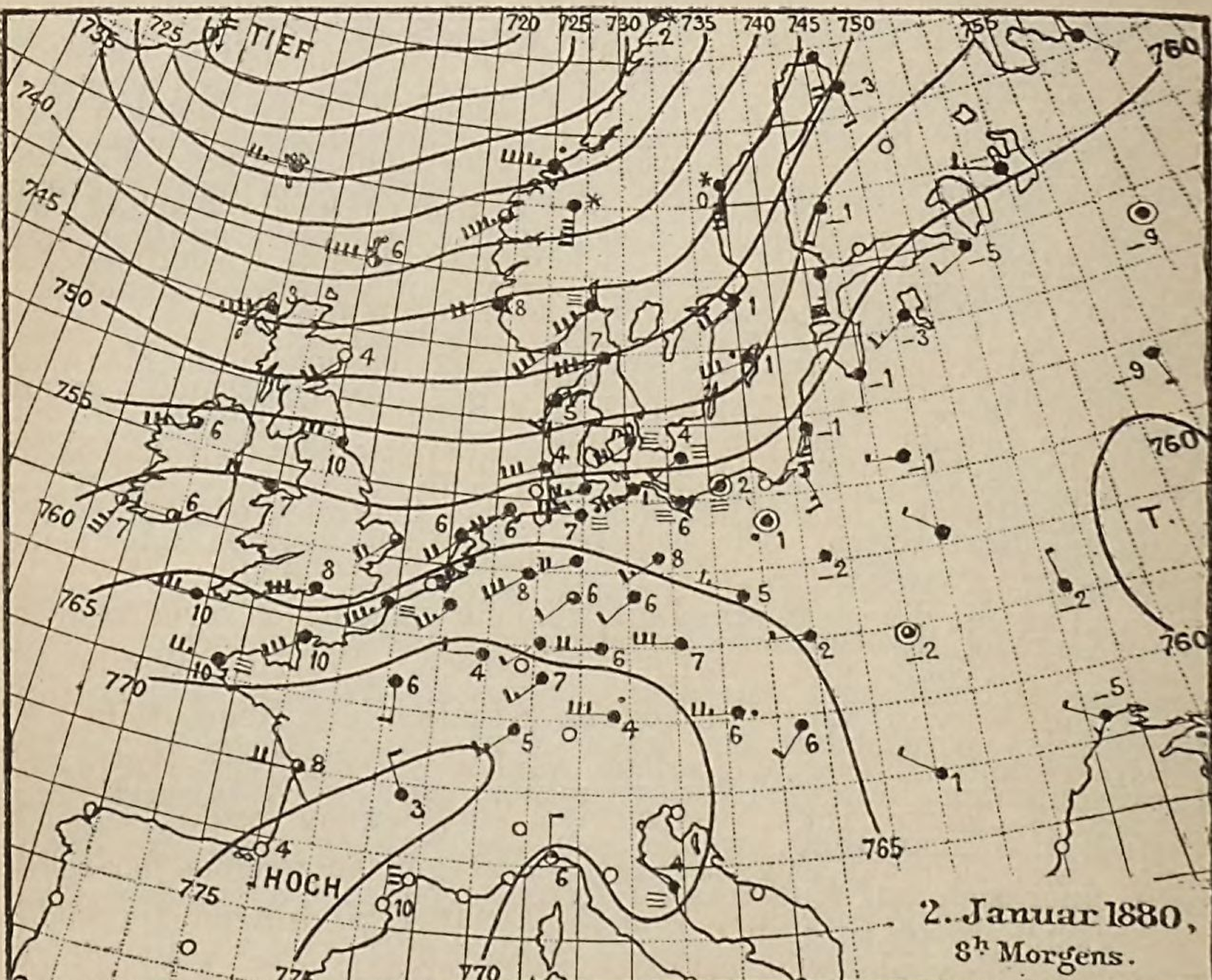


Fig. 38.

γγ) Maximum über Centraleuropa. In meinen „Typischen Witterungserscheinungen“ kennzeichnete ich die Witterung bei dieser Wetterlage mit den Worten: „diese Situation ist charakterisirt durch ruhiges und (abgesehen von Bodennebeln) heiteres trockenes Wetter und strenge Kälte“. Diese Angabe beruht zum grossen Theil darauf, dass in dem Zeitraum 1876—80 mehrere Wetterkarten aus dem ausserordentlich strengen Winter 1879—80 diese Situation zeigten. Indessen hat eine sorgfältige Durchsicht des Materials, insbesondere desjenigen aus dem Zeitraum 1880—84 gezeigt, dass die Tem-

peratur bei dieser Wetterlage durchschnittlich über dem Normalwerthe liegt, selbst dann, wenn das barometrische Maximum über Centraleuropa liegt, und auf dem ganzen Gebiete schwache continentale Winde herrschen und die Ausstrahlung zur vollen Geltung kommen kann. Wie sehr die Witterungserscheinungen selbst bei sehr ähnlichen Wetterlagen verschieden sein können, bringe ich durch die beiden folgenden Wetterkarten zur Veranschaulichung, von denen die eine sich auf den 22. December 1879, die andere auf den 19. Januar 1884 bezieht.

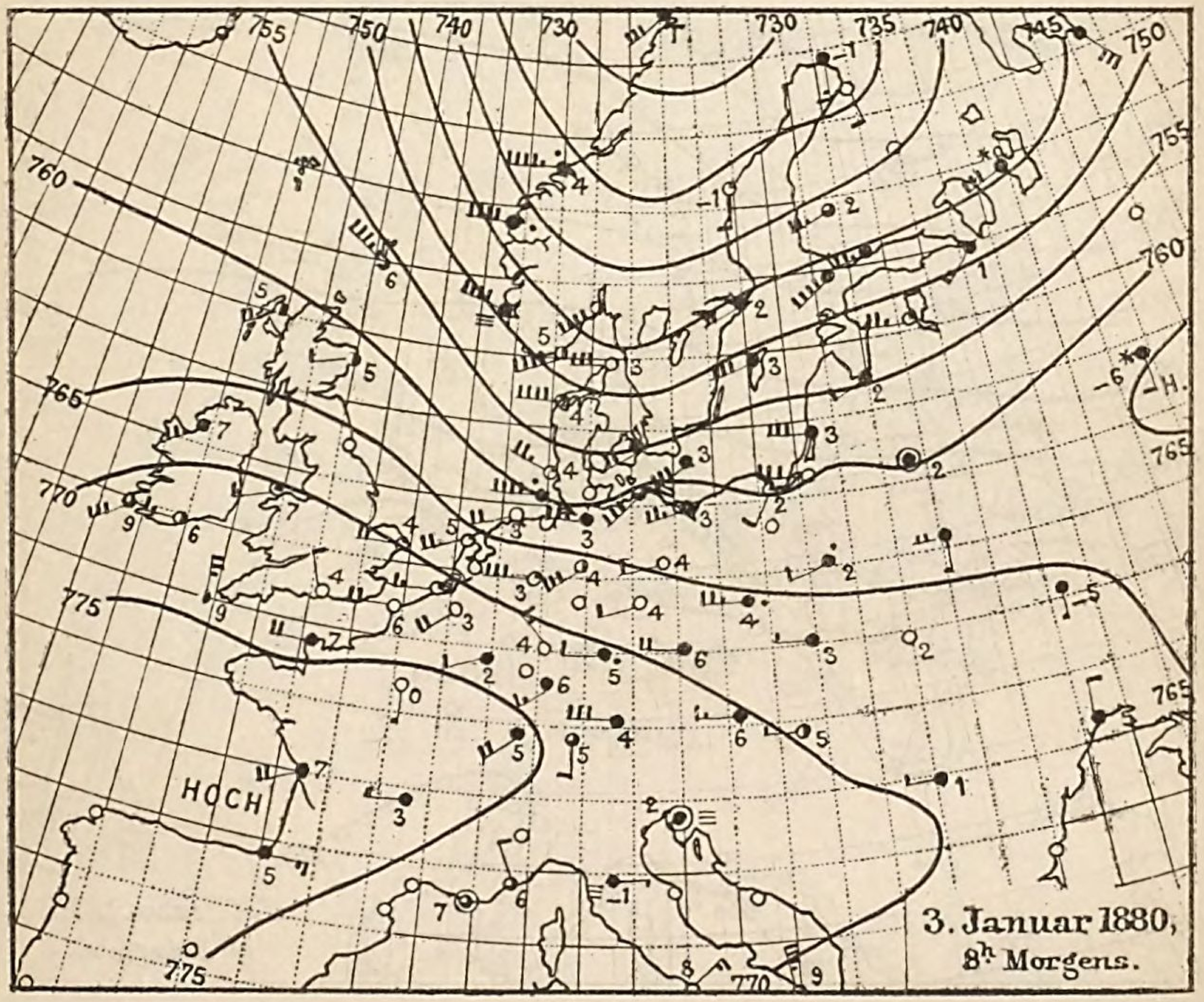


Fig. 39.

In beiden Fällen liegt ein Minimum von nahezu gleicher Intensität im hohen Norden und ein Maximum von etwas weniger als 780mm etwa zwischen München und Breslau. Die Isobaren verlaufen in beiden Fällen in östlicher Richtung durch das Nord- und Ostseegebiet, wo stellenweise starke westliche und südwestliche Winde herrschen. Dagegen im Binnenlande ist ein Lufttransport vom Ocean her nicht zu erkennen, und ausserdem die Luftbewegung überall sehr schwach. Das Wetter ist allenthalben heiter oder neblig. Trotz dieser fast gleichen Umstände sind die Temperaturverhältnisse, welche

hier den Ausschlag geben, total von einander verschieden. Am 22. December 1879 treffen wir ein Gebiet mit ungewöhnlich strenger Kälte über Frankreich und Deutschland, in dem ganzen Streifen zwischen Paris, Clermont und Breslau liegt die Temperatur 16 bis 20° unter dem Gefrierpunkte, stellenweise hat am Nordfusse das Temperaturminimum — 23° erreicht.

Ganz anders am 19. Januar 1884, wo die Nulllinie von Clermont über Karlsruhe nach München verläuft und sich dann nach Riga wendet, so dass nördlich und westlich von dieser Linie überall

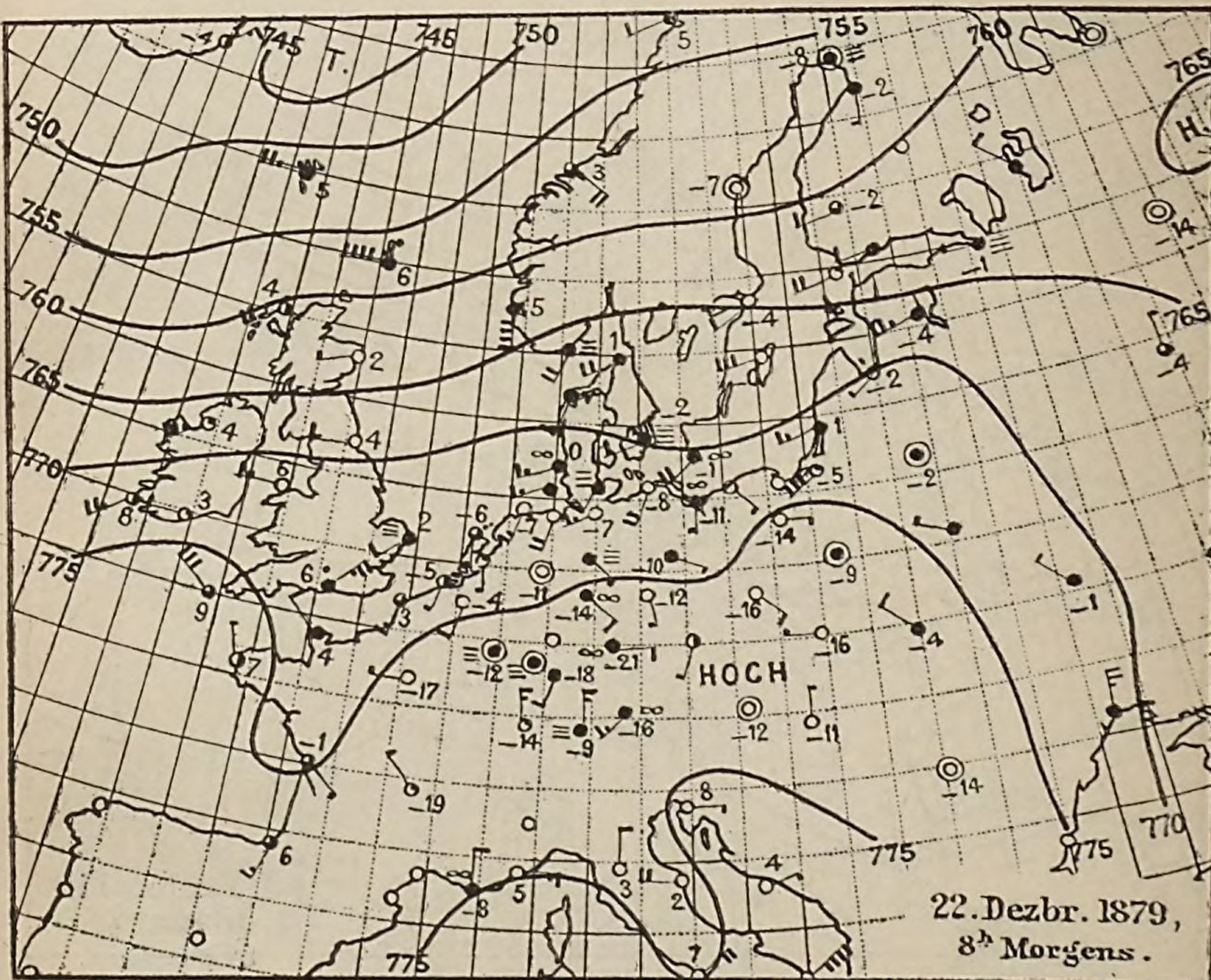


Fig. 40.

Thauwetter herrscht. In Nord- und Mitteldeutschland liegt die Morgentemperatur 2 bis 7° über dem Normalwerthe, in Süddeutschland ist meistens noch ein erheblicher Wärmeüberschuss.

Um bei dieser Situation ein Urtheil über die wahrscheinlich sich vollziehenden Witterungsvorgänge sich zu verschaffen, ist es nothwendig, jeden einzelnen Fall für sich genau zu untersuchen. Bei diesen ist zu berücksichtigen, welche Winde für ein bestimmtes Gebiet die vorherrschenden sein werden, und aus welcher Gegend sie kommen, wie die Himmelsbedeckung beschaffen ist, ob eine

Schneedecke vorhanden ist oder nicht, indem diese nicht wenig zur Entwickelung und Erhaltung strenger Winterkälte beiträgt. Dabei scheinen sehr oft dynamische Wirkungen vorzukommen, indem die über dem Maximum herabsinkende und erwärmte Luft (vgl. oben Seite 175) bis auf die Erdoberfläche gelangt und hier überall die Temperatur erhöht. Hierfür bietet der Winter 1879—80 mehrere hervorragende Beispiele. —

In allen diesen 3 Fällen kommen bei dieser Zugstrasse auf der Südseite der Cyclonen, über den britischen Inseln oder der Nordsee,

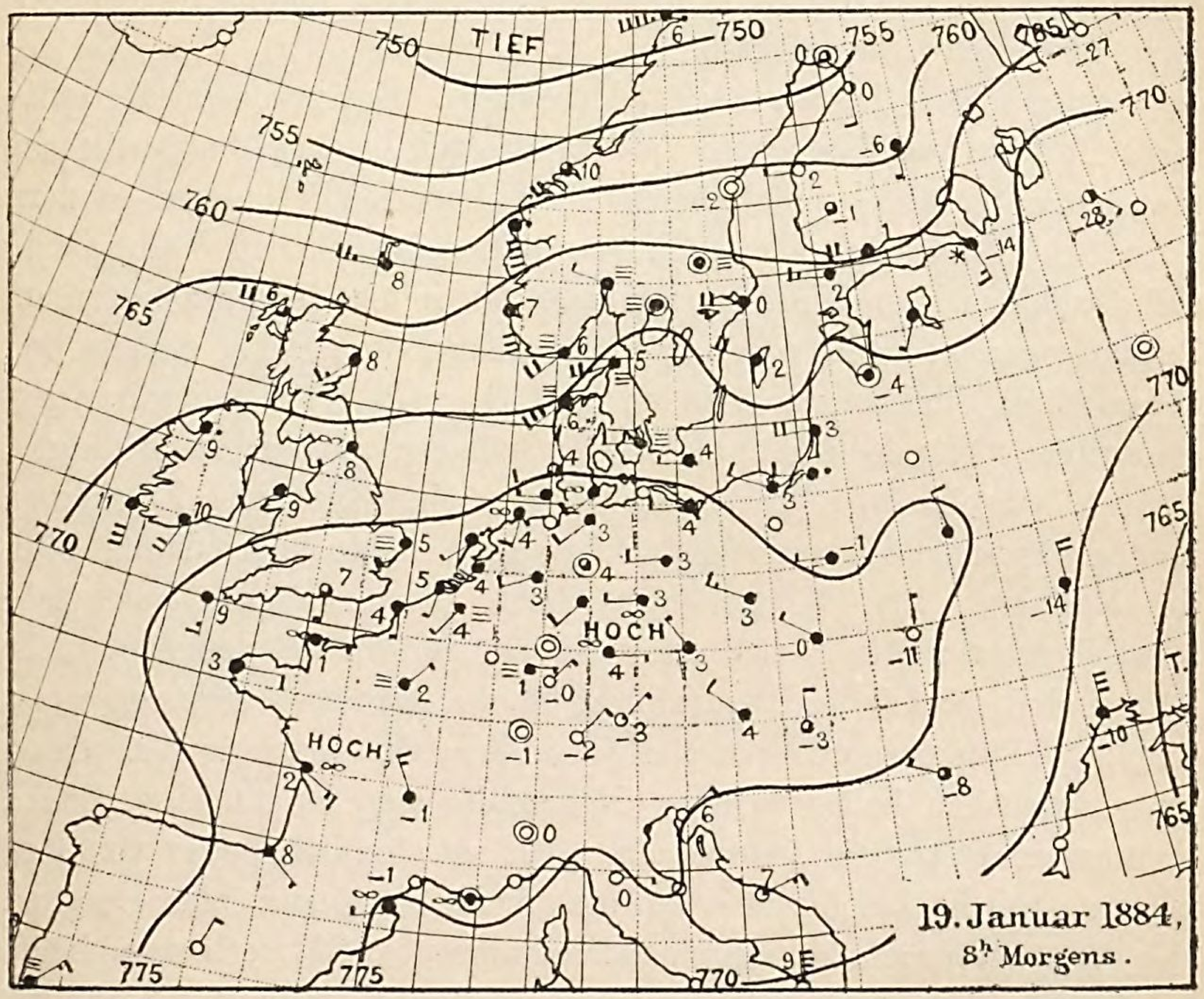


Fig. 41.

nicht selten Theilbildungen vor, welche einen raschen Wechsel der südwestlichen Winde in nordwestliche mit rascher Abkühlung und Witterungswechsel veranlassen, welcher häufig von Gewittererscheinungen begleitet ist, namentlich bei starker Luftbewegung und starker Abnahme der Temperatur nach Osten hin. So stehen die heftigen Gewitter, welche am 11. und 12. October 1877 successive westostwärts fortschreitend an den Südküsten der Nord- und Ostsee stattfanden, mit dem Umgehen der starken Südwestwinde in nordwestliche und der dadurch bedingten Abkühlung im Zusammenhang.

Auch die Gewitter am 15. und 16. desselben Monats hatten denselben Ursprung. Vom 11. auf den 12. October 1878 gab ebenfalls ein Theilminimum, welches sich unserer Küste entlang fortbewegte, unter denselben Verhältnissen wie vorhin, Veranlassung zur Gewitterbildung. Aehnliche Erscheinungen fanden am 23. Januar 1878 statt, wo am Abend und in der Nacht im nordwestlichen Deutschland Gewitter auftraten. Schon 2 Tage vorher, vom 21. auf den 22. waren zwar die Winde von Südwest nach Nordwest umgegangen, jedoch ohne Gewittererscheinungen, da die nordwestlichen Winde vermöge ihres Ursprungs in diesem Falle nicht abkühlend, sondern vielmehr erwärmend wirkten.

Zugstrasse I, wärmere Jahreszeit. Entsprechend der mittleren Luftdruckvertheilung in dieser Jahreszeit liegt das barometrische Maximum im Mittel nicht mehr über Oesterreich-Ungarn, sondern über dem centralen oder südlichen und südwestlichen Europa und steht wohl meistens mit dem grossen Maximum der Rossbreiten im Zusammenhang. Die oben erwähnte continentale Axe, welche den oceanischen Einfluss nach Süden und Osten begrenzt, liegt durchschnittlich viel nördlicher, als in der kälteren Jahreszeit. Ruhiges, heiteres, trockenes und warmes Wetter sind für diese Zugstrasse in der wärmeren Jahreszeit charakteristisch, insbesondere dann, wenn das Maximum über Centraleuropa liegt. Da in dieser Jahreszeit, abweichend von den Verhältnissen in der kälteren, Bodennebel nicht häufig sind, so ist der Einstrahlung kein Hemmniss entgegengesetzt und die Temperaturen erreichen in dieser Jahreszeit zuweilen einen ausserordentlich hohen Werth. Regenfälle sind in den eigentlichen Sommermonaten zwar häufig, sind aber meistens Begleiter von Gewittern, welche bei dieser Zugstrasse nicht selten sind, oder ereignen sich dann hauptsächlich, wenn das Maximum über Südwesteuropa liegt.

Mit der Frequenz dieser Zugstrasse fallen die wärmsten Sommertage zusammen. So waren bei der eben dargestellten Situation die Tage vom 7. bis zum 12. Juni 1877 durch ausserordentlich hohe Temperaturen charakterisirt. Am 12. um 2^h p. m. zeigte das Thermometer in München und Wien 30^0, in Cassel 31^0 und in Leipzig und Berlin sogar 34^0. Aber vom 12. auf den 13. verlegte sich das Maximum nach den britischen Inseln, nördliche Luftströmung gewann in Deutschland allenthalben die Oberhand und die jetzt erfolgende Abkühlung war durch zahlreiche, im Nordseegebiete beginnende, und nach Osten und Süden sich verbreitende Gewitter, vielfach von heftigen Regengüssen begleitet, gekennzeichnet.

Vom 17. bis 19. Mai 1878 war ungefähr dieselbe Situation massgebend, und ebenso erreichte die Temperatur ausserordentlich hohe Werthe. Die beiden folgenden Wetterkarten veranschaulichen die Wetterlage am 18. und 19. Mai 1878.

Am 18. lag ein umfangreiches Gebiet hohen Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa charakterisirt durch ruhiges, trockenes und meist wolkenloses Wetter. Am Morgen erstreckte sich ein Streifen mit einer Temperatur über 20° von der westfranzösischen Küste nordostwärts nach dem nordöstlichen Deutschland hin, Deutschland

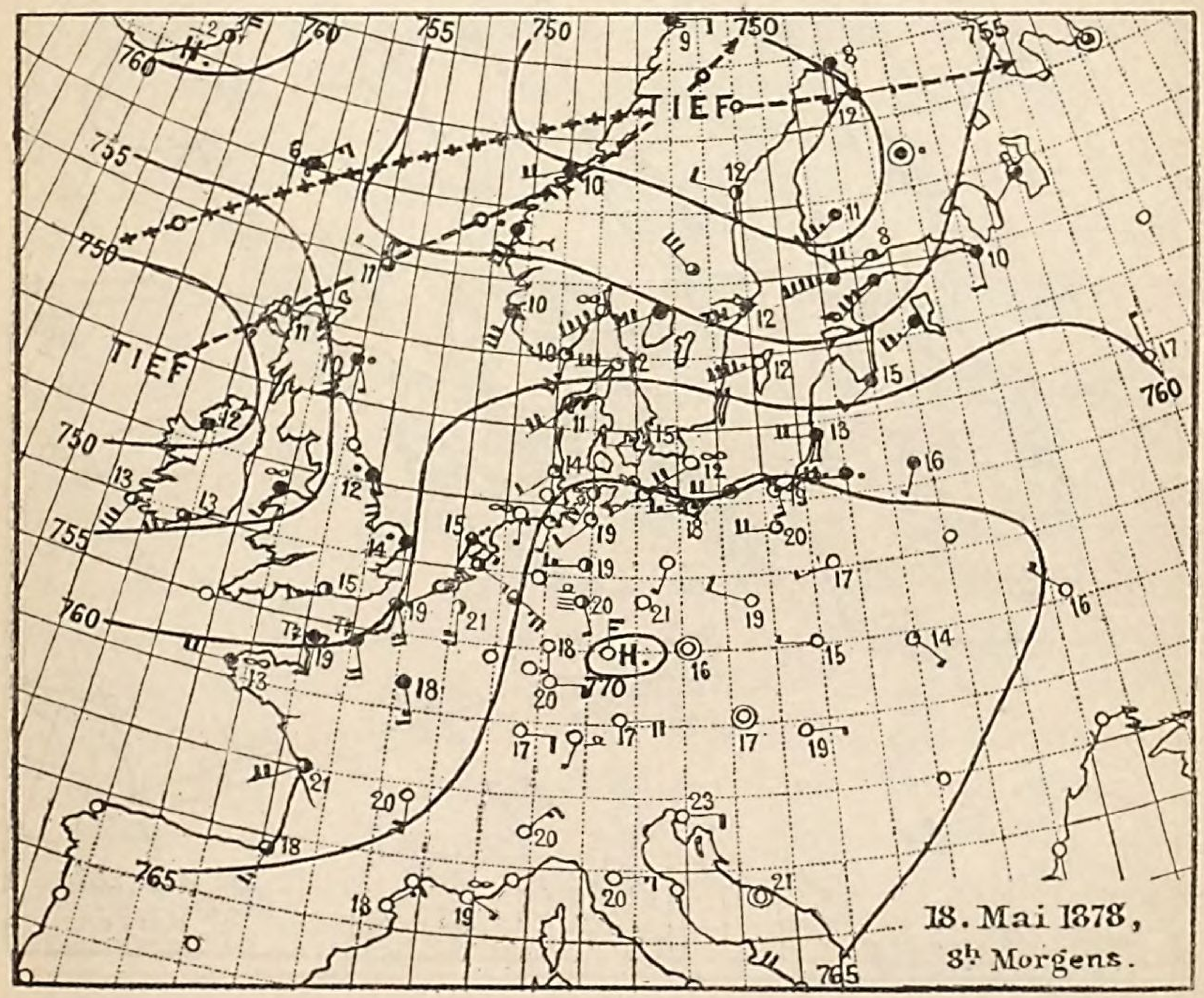


Fig. 42.

hatte bis zu 8½° Wärmeüberschuss; am Nachmittage erhob sich die Temperatur im centralen Deutschland bis zu 28°. Aber vom 18. auf den 19. verlegte sich das barometrische Maximum nach Südwesteuropa und die kältere oceanische Luft drang jetzt in lebhaftem Strome in den hoch temperirten Continent. Dieses Eindringen machte sich vom Nachmittage bis Mitternacht durch schwere und ausgedehnte Gewitter bemerkbar, welche das nördliche Deutschland in der Richtung von West nach Ost durchzogen (2^h p. m. Borkum, 6^h p. m. Hamburg, 10^h p. m. Stettin, $2\frac{1}{2}^h$ a. m. Danzig),

während ein zweiter Gewitterzug am Abend den Mittelrhein und um Mitternacht Cassel heimsuchte. Die Abkühlung erfolgte zunächst über Nordfrankreich, dann über Westdeutschland und nachher auch (am 20.) über Ostdeutschland, so dass am 20. die Temperatur stellenweise unter dem Normalwerthe lag.

Zugstrasse II, kältere Jahreszeit. Das barometrische Maximum liegt in der Regel über Spanien oder Südfrankreich, zuweilen auch über dem Alpengebiete, seltener über Deutschland und noch seltener westlich von Frankreich. Diese

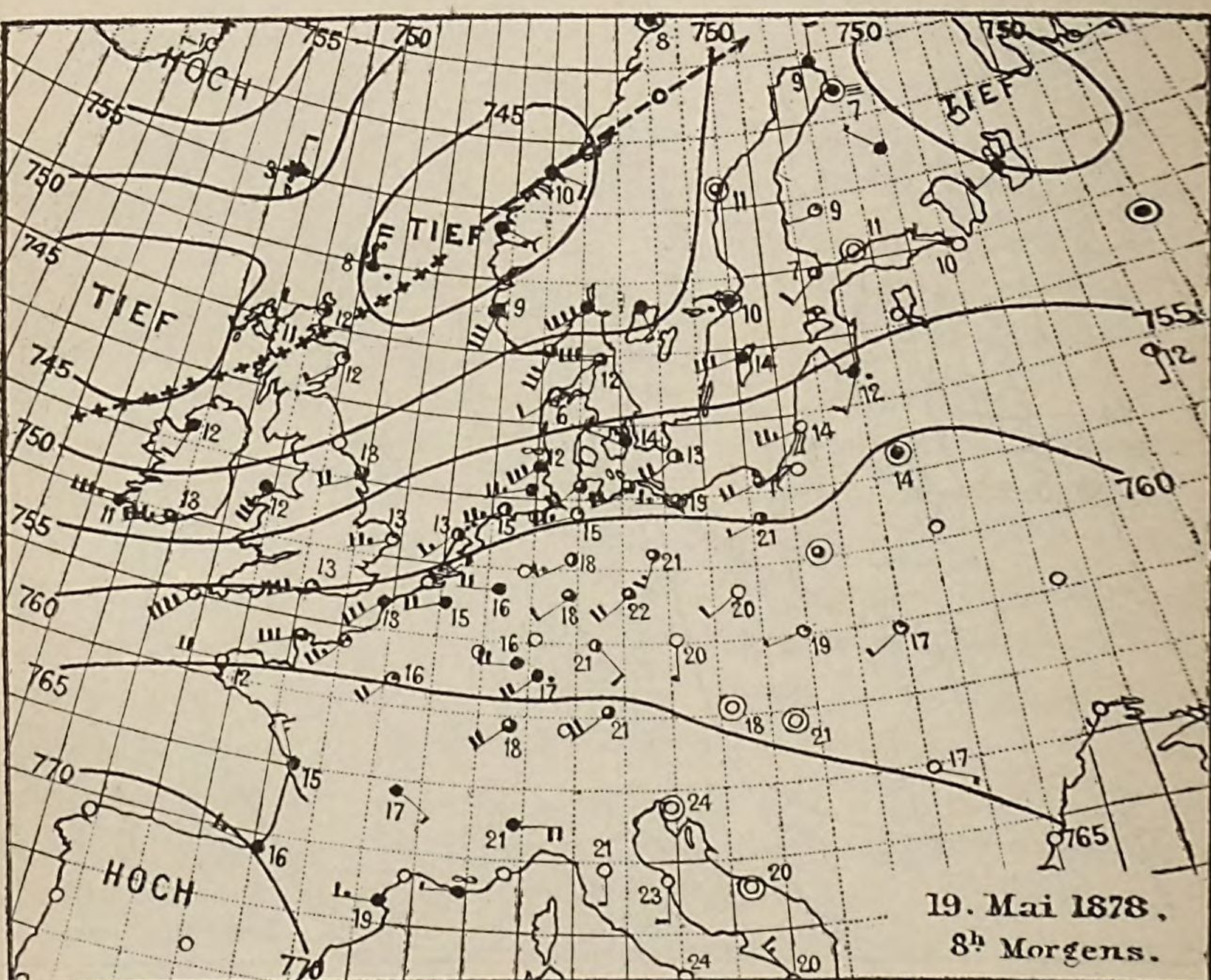


Fig. 43.

Fälle verhalten sich (1876—1880) wie 9 : 4 : 3 : 2. Der Luftdruck über Ost- und Südosteuropa tritt zurück. In mehr als der Hälfte der Fälle wandert das Maximum ost- oder südostwärts, zuweilen bleibt es stationär, seltener verschiebt es sich nordwärts. Die mittlere „continentale Axe“ verläuft durch Biarritz, München und Charkow, sich südostwärts verschiebend. Die Isobaren sind über Centraleuropa von West nach Ost gerichtet. Wie bei der Zugstrasse I ist die Lage des barometrischen Maximums, sowie der Verlauf der Isobaren für die Witterungsverhältnisse unserer Gegenden massgebend, je-

doch wird warmes, trübes und regnerisches Wetter mit lebhaften südwestlichen bis nordwestlichen Winden das vorwiegende sein. Dieses wird hauptsächlich bei der Lage des Maximums in Südeuropa, welche, wie bereits oben erwähnt, die gewöhnliche ist, der Fall sein; dagegen wird nasskaltes Wetter die Regel sein, wenn das Maximum sich nach dem westlichen Frankreich verschiebt. Zugstrasse II unterscheidet sich in Bezug auf Wind und Wetter von Zugstrasse I hauptsächlich durch grössere Schwankung der Bewölkung, durch häufigere und reichlichere Niederschläge, durch grössere Lebhaftigkeit der westlichen Luftströmung und durch die grössere Wahrscheinlichkeit des Umgehens der südwestlichen Winde nach der nordwestlichen Richtung. Auf der Vorderseite der Cyclonen findet Erwärmung, auf der Rückseite Abkühlung statt.

Liegt das Maximum über Deutschland, so gilt im Allgemeinen das über Zugstrasse I unter 3 Gesagte.

Die Cyclonen der Zugstrasse II haben vielfach stürmische Winde für unsere Küste im Gefolge und da diese rechtdrehende Winde sind, also aus der südwestlichen in die nordwestliche Richtung übergehen und dann einen ausgesprochen böigen Charakter annehmen, so sind sie für unsere Nordseeküste sehr gefährlich. Einige schwere Stürme, welche sich unserer Küste entlang westostwärts fortpflanzten, hatten auf dieser Zugstrasse ihr Wirbelcentrum. Nicht selten sind diese Böen von Gewittererscheinungen, Hagel- oder Graupelfällen begleitet.

Als Beispiel für diese Situation wähle ich die Wetterkarte vom 7. Januar 1882, an welchem Tage ein Minimum mitten über Skandinavien lag, welches bis zum folgenden Tage ostwärts bis zum Ladogasee fortgeschritten war. Wie die nachstehende Wetterkarte nachweist, liegt das barometrische Maximum über Spanien, während die Isobaren den für diese Zugstrasse charakteristischen Verlauf von West nach Ost zeigen. Auf der Südseite des Minimums bis zu den Alpen hin herrscht starke westliche und südwestliche Luftbewegung, in der Umgebung des Skagerraks weht Weststurm.

In ganz Deutschland, ausser an der Küste, wo vorübergehendes Aufklaren eingetreten ist, ist das Wetter trübe, im Süden regnerisch und überall ungewöhnlich warm. An der Küste liegt die Temperatur bis $8\frac{1}{2}$, im Binnenlande bis 11^0 über dem Normalwerthe. Indessen ist über den britischen Inseln, theilweise auch im deutschen Küstengebiete, Abkühlung eingetreten, welche sich am 8. über Frankreich, sowie über Süd- und Ostdeutschland ausgebreitet hat.

Zugstrasse II, wärmere Jahreszeit. Das barometrische

Maximum liegt in der Regel über Südwesteuropa sehr häufig westlich von Frankreich über dem Biscay'schen Busen, bleibt dort gewöhnlich stationär, wandert aber nicht selten ostwärts weiter. Die continentale Axe liegt im westlichen Mitteleuropa etwas nördlicher, als in der kälteren Jahreszeit; sie durchschneidet das mittlere Frankreich, das südliche und östliche Deutschland und verschiebt sich später etwas nach Süden hin. Die Isobaren verlaufen, wenigstens über Nordcentraleuropa, von West nach Ost. Secundäre Depressionen kommen an der Südseite der dieser Zugstrasse angehörigen Cyclonen

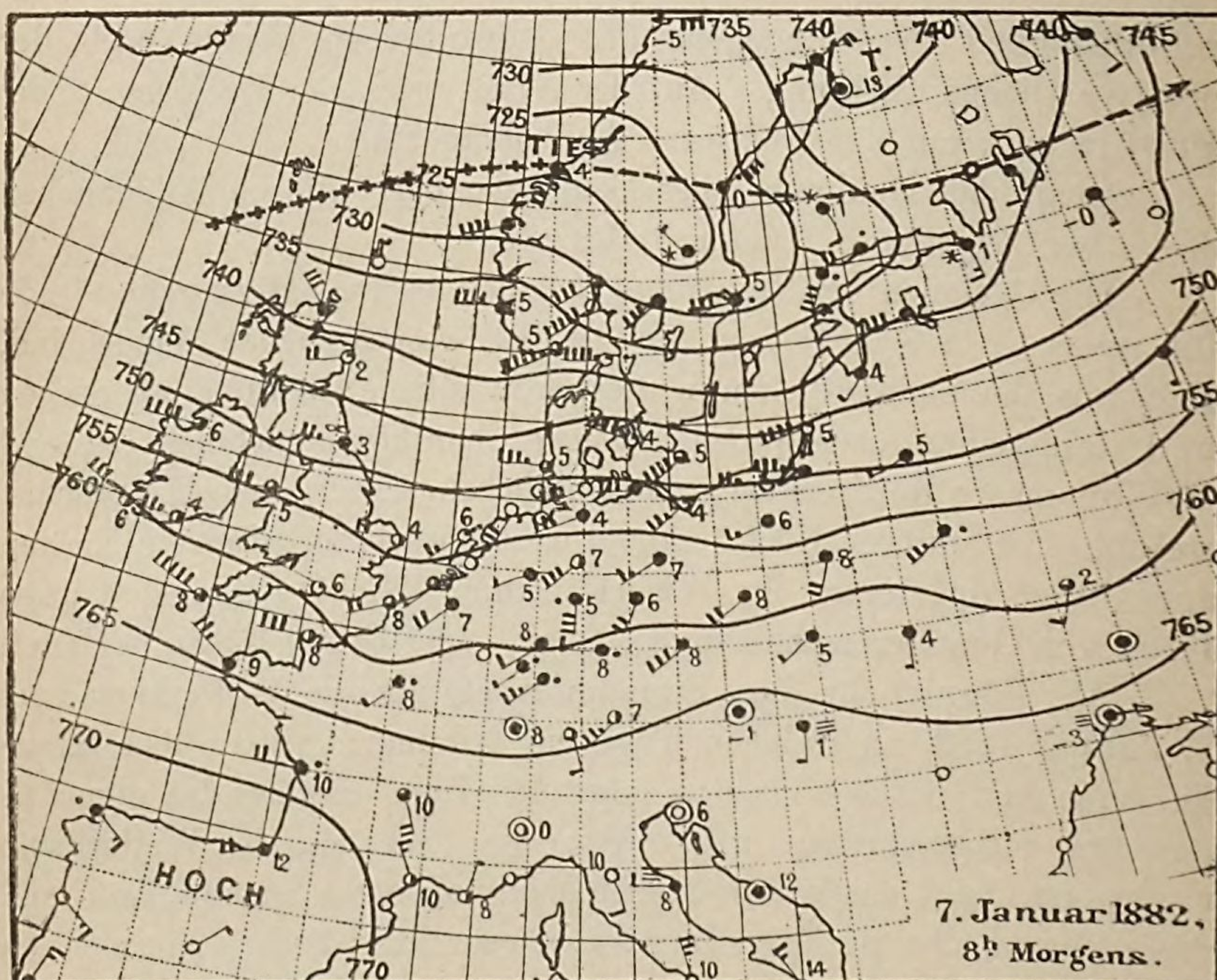


Fig. 44.

häufiger vor und diese geben dann zu zahlreichen Gewittern und ergiebigen Niederschlägen Veranlassung. Das Wetter bei dieser Situation ist veränderlich, Regenfälle häufig, vielfach in Begleitung von Gewittererscheinungen, und meistens kühl. Das letztere ist insbesondere dann der Fall, wenn die nordwestlichen Winde auf der Rückseite der Cyclonen zur Entwickelung kommen und grössere Ausdehnung gewinnen, wenn also das barometrische Maximum im Südwesten nach Nord hin sich verschiebt. Indessen im Durchschnitt erfolgt nach Vorübergang der Cyclone Erwärmung, auf der

Vorderseite und beim Vorübergange Abkühlung. Die Luftbewegung ist meist mässig, stürmische Winde kommen sehr selten zur Entwickelung und dann nur vorübergehend, wie in Gewitterböen.

Die nachstehende Wetterkarte vom 22. Mai 1878 veranschaulicht den Vorübergang einer Cyclone auf der Zugstrasse II. Das Maximum liegt über dem Biscay'schen Busen und entsendet einen Ausläufer ostnordostwärts nach Galizien hin. Auf der Südwestseite des Minimums liegt eine Theildepression, welche gleichzeitig mit der Hauptdepression ostwärts unserer Küste entlang fortschreitet. Ihr

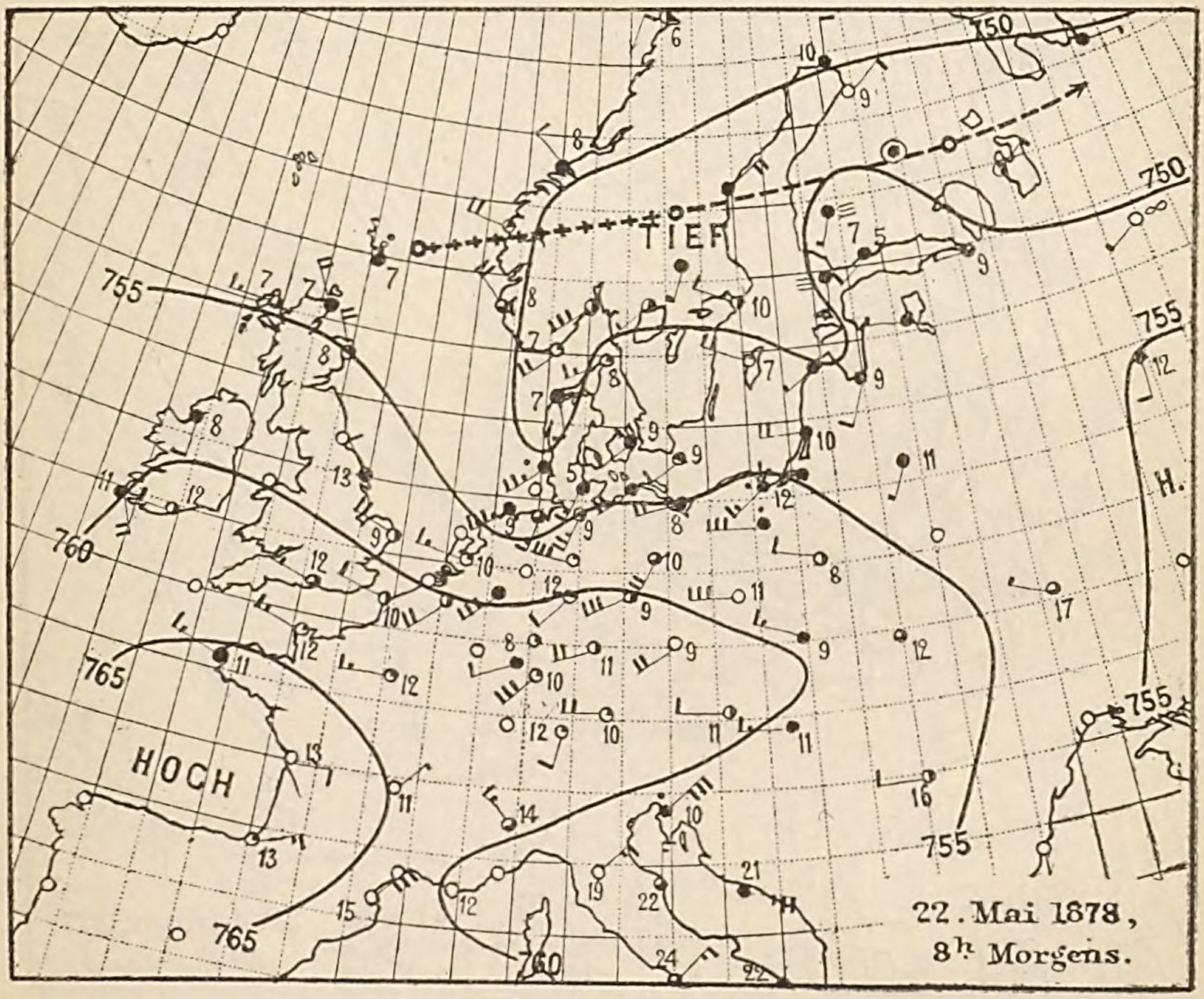


Fig. 45.

Vorübergang machte sich bemerkbar durch starke bis stürmische Böen und rechtdrehende, nach Nordwest umgehende Winde und Gewittererscheinungen. Diese fanden statt am 23. um 11 ½ʰ a. m., um Mittag in der Gegend von Kiel (wo Hagelfälle sich ereigneten), am Nachmittage bei Rostock und in der Nacht bei Memel; auf dieser ganzen Strecke traten Regenböen ein, wenn auch die Regenmenge keine ungewöhnlich grosse war. Während dieses Vorganges nahm im deutschen Binnenlande die Bewölkung zu und stellenweise fielen wenig ergiebige Regenschauern. Vor dem Erscheinen bis zum Ver-

schwinden dieser Cyclone hielt sich die Morgentemperatur unter dem Normalwerthe. Am 22. erfolgte in fast ganz Deutschland weitere Abkühlung, aber am 23. erhob sich fast überall wieder die Temperatur bei heiterem Wetter und leichten südlichen Winden, die jetzt unter den Einfluss einer neuen Cyclone kamen, deren Herannahen vom Ocean schon Tags zuvor durch das Zurückdrehen der Winde nach Süd und die Abnahme des Luftdrucks westlich von den britischen Inseln signalisirt war und am 23. Morgens über Irland erschien.

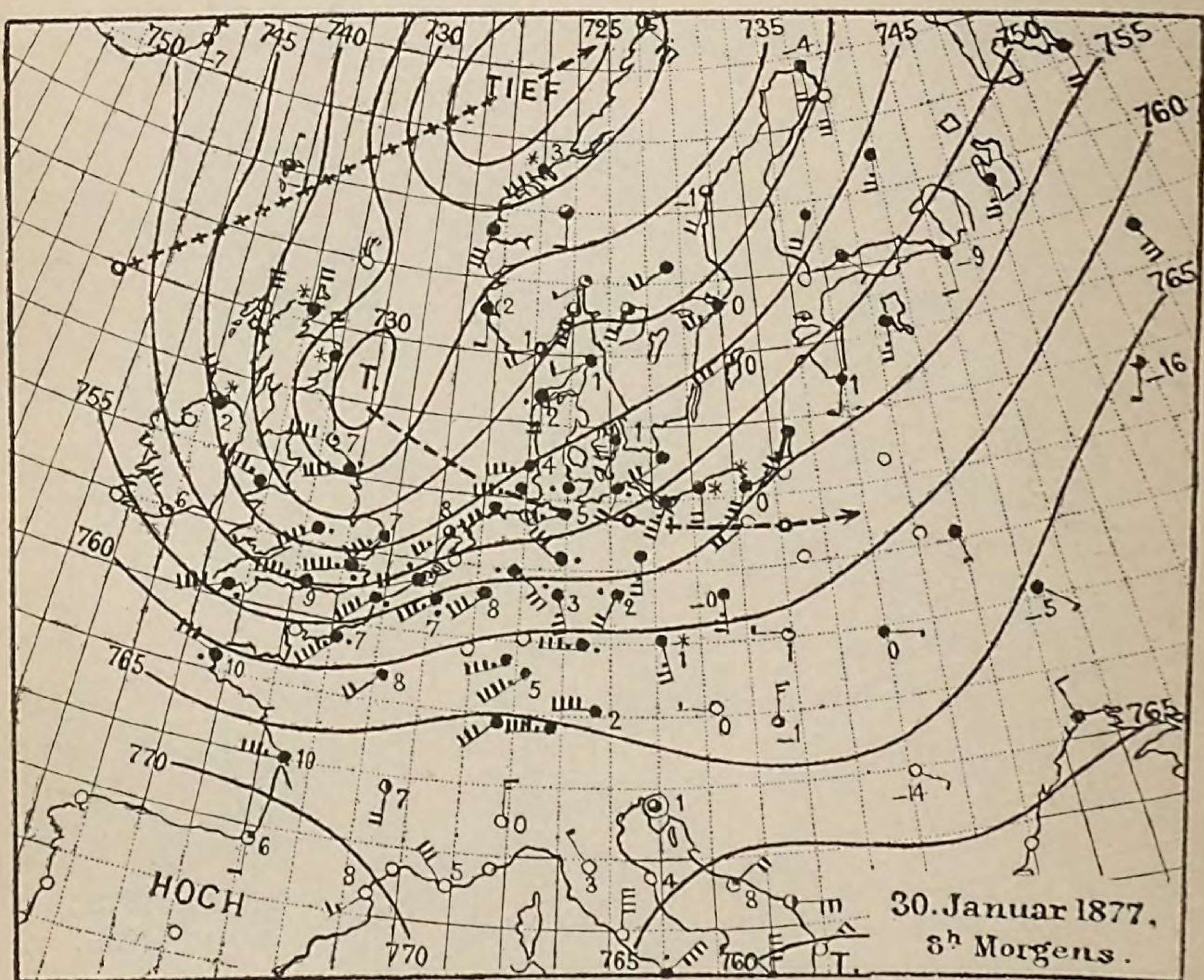


Fig. 46.

Zugstrasse III. Entsprechend der verschiedenen Temperaturvertheilung in der kälteren und wärmeren Jahreszeit kommt diese Zugstrasse fast ausschliesslich nur in der ersteren vor. Wie ich bereits oben erwähnte, habe ich dieselbe in zwei Gruppen getheilt, je nachdem die Minima direct südostwärts nach dem östlichen Deutschland verlaufen (III a) oder über den Dänischen Inseln oder Südschweden nach Nordost umbiegen (III b). Diese beiden Gruppen haben einige wesentliche Unterschiede, wesshalb wir jede getrennt für sich betrachten.

Gruppe IIIa. Das Luftdruckmaximum liegt südwestlich von Europa und breitet sich auf dem Ocean weiter nordwärts aus. Die Isobaren, sowie die Isothermen verlaufen südostwärts, so dass (bei analoger Luftdruckvertheilung) die höchste Wärme im Südwesten, die geringste im Nordosten liegt. Charakteristisch für diese Zugstrasse ist das unbeständige Wetter mit häufigen Regen- und Schneeschauern für Deutschland, niedere Temperaturen für Nord- und Osteuropa, dagegen ziemlich hohe Wärme für Frankreich und Deutschland. Häufig treten an der deutschen Nordseeküste und

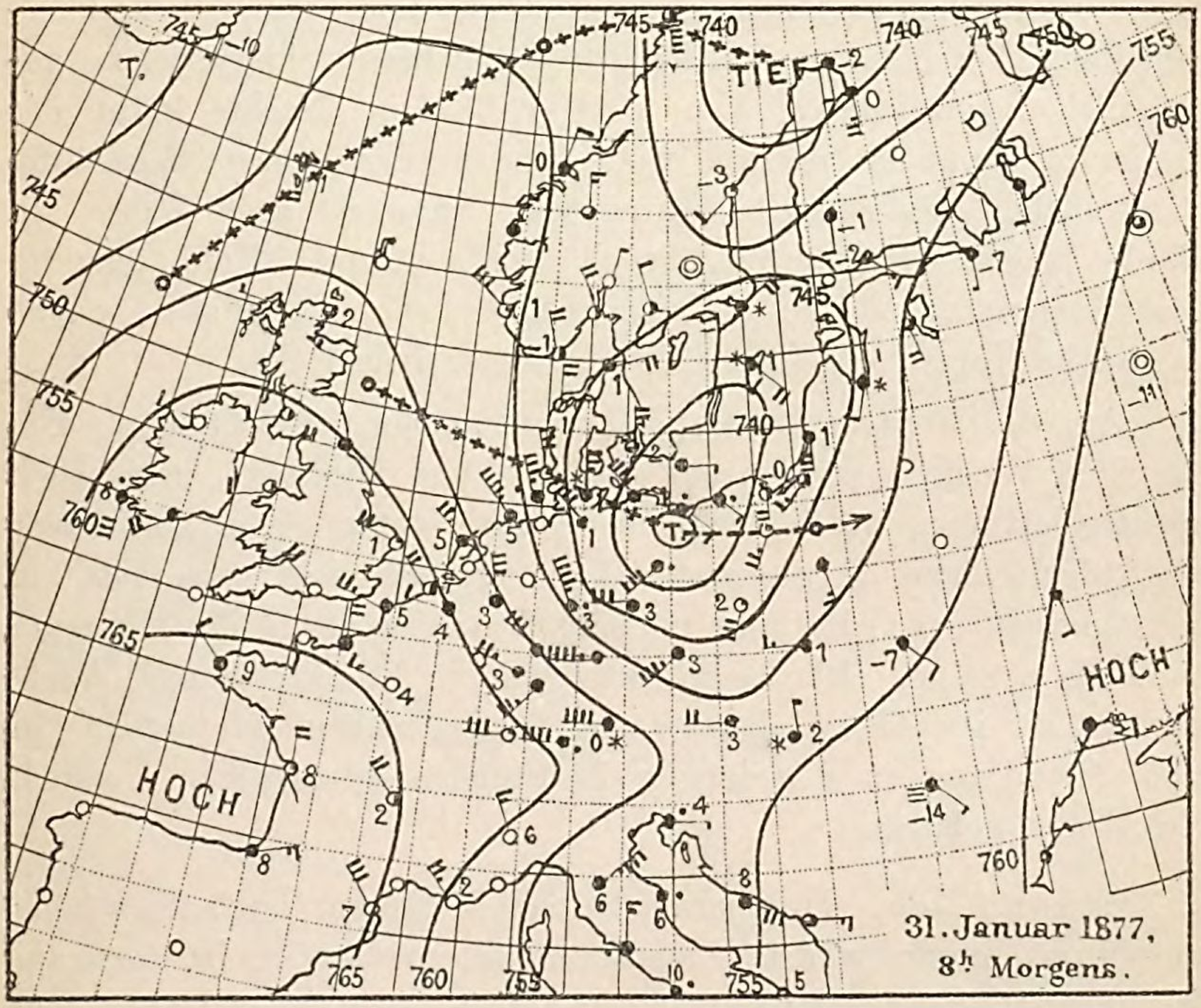


Fig. 47.

auch wohl im westdeutschen Binnenlande stürmische Böen aus Nordwest auf, die zuweilen von Gewittererscheinungen begleitet sind.

Als Beispiel wähle ich den denkwürdigen Sturm vom 30. und 31. Januar 1877, welcher durch die obigen Wetterkarten illustrirt ist.

Am 30. Januar lag das barometrische Minimum über der nördlichen Nordsee, auf der West- und Südseite stürmische nordwestliche und westliche Winde erzeugend, die stellenweise zum vollen

Sturme sich gesteigert hatten. Auch in Deutschland war das Wetter unruhig: in den westlichen Gebietstheilen wehten starke, stellenweise stürmische westliche, im Osten frische bis steife südliche Winde. Die höchste Temperatur lag im Westen, die niedrigste im Osten, der höchste Luftdruck südwestlich von Europa. Das Wetter war im weiten Umkreise des Minimums trübe und regnerisch. Bis zum Nachmittage fiel an der deutschen Nordseeküste das Barometer stündlich um mehr als 2^{mm}, während die südwestlichen Winde zum vollen Sturme heranwuchsen. Um 2^h p. m. trat in Bochum Aufklaren ein, und 5^h p. m. auch in Hamburg, wobei der Wind aus der südwestlichen Richtung in die westliche und nordwestliche überging, eine Erscheinung, welche den Vorübergang einer Cyclone gewöhnlich kennzeichnet. Um 11 Uhr 38 Min. Nachts hatte das Minimum Hamburg passirt, wobei der in der ganzen Westhälfte Deutschlands herrschende Sturm von Südwest nach West, in Nord- und Mitteldeutschland nach Nordwest und Nord umging. Bemerkenswerth ist die ausserordentlich hohe Sturmfluth, welche an diesem Tage die deutsche Nordseeküste heimsuchte.

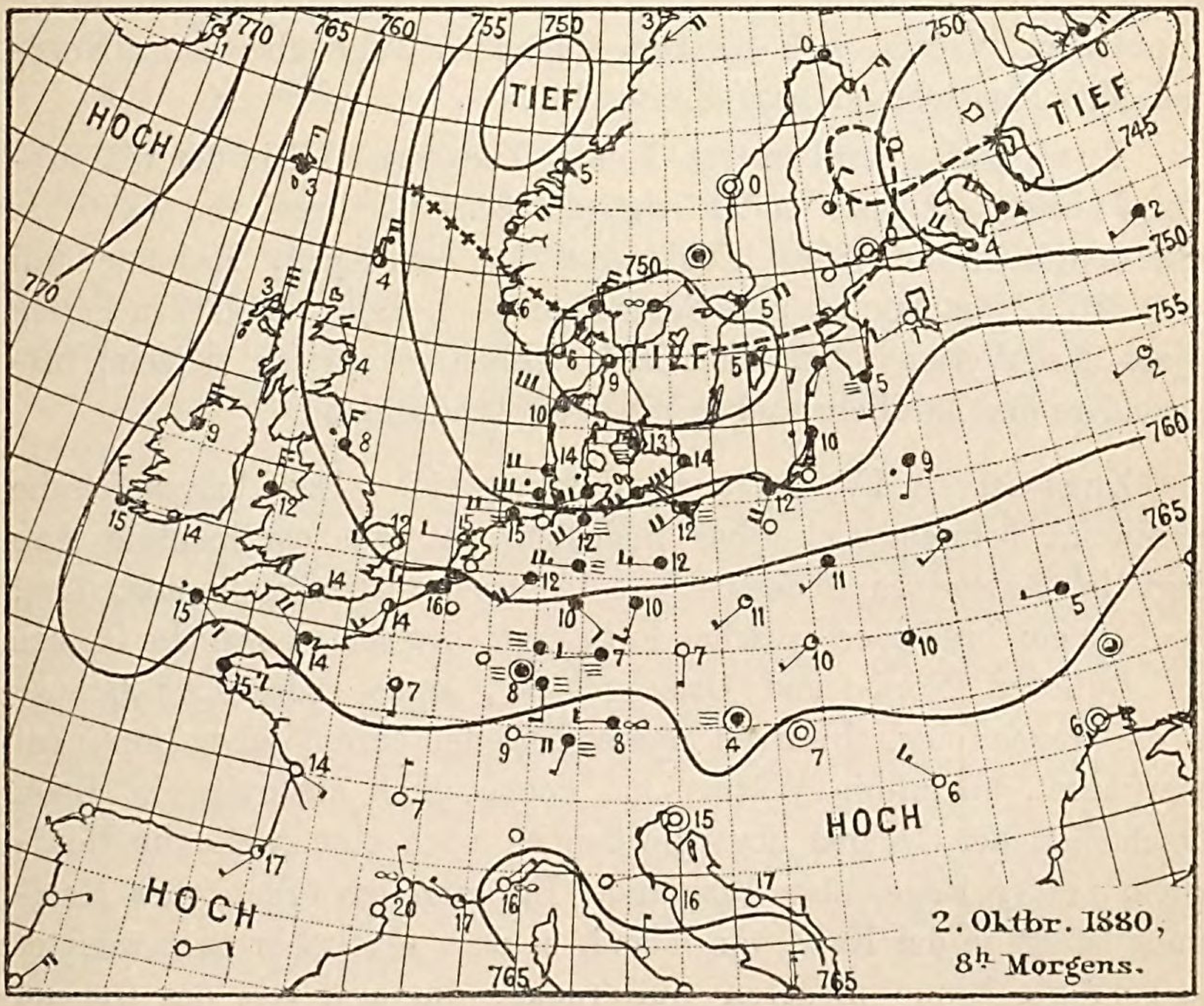
Am 31. Morgens lag das Minimum an der Odermündung. Die stärksten Winde herrschen auf der Süd- und Westseite, namentlich auf der letzteren, wo vielfach voller Sturm wehte. Am Abend war in Ostdeutschland der Südwest stellenweise stürmisch geworden, am Morgen wehten daselbst nur mässige Winde, während das Minimum an Tiefe abnahm. Die Temperatur war in Frankreich und Westdeutschland gesunken, dagegen in Ostdeutschland gestiegen. In Deutschland war in den letzten 24 Stunden allenthalben ziemlich viel Regen gefallen.

Gruppe III b. Das barometrische Maximum liegt über Südwesteuropa, nordostwärts sich ausbreitend, so dass die Isobaren auf der Südwestseite des Minimums sich dicht aneinanderschieben und über der Nordhälfte Centraleuropas einen westöstlichen Verlauf haben. Denselben Verlauf haben nahezu die Isothermen. Die „continentale Axe“ verläuft etwa durch Madrid, München und Moskau und verschiebt sich mit dem Fortschreiten der Cyclone weit nach Südost ein. Im Gegensatze zu III a herrscht über Nordost- und Osteuropa verhältnissmässig mildes Wetter, dagegen liegt in Südwest- und Westeuropa die Temperatur unter dem durchschnittlichen Werthe. Auch für diese Gruppe ist die Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit eine sehr grosse und Stürme und stürmische

Böen zuweilen in Begleitung von Gewittererscheinungen nicht minder häufig, als bei III a.

Um vielleicht eine Beziehung der relativen Feuchtigkeit zur Fortpflanzungsrichtung zu finden, hatte ich die mittleren Werthe jener für Gruppe III a sowohl, als III b berechnet und kartographisch dargestellt, konnte aber einen solchen Zusammenhang nicht auffinden.

Ein Beispiel für Gruppe III b bietet die Wetterkarte vom 2. October 1880, an welchem Tage ein Minimum, welches am Vorabende über der nördlichen Nordsee lag, südostwärts nach Süd-



2. Oktbr. 1880, 8h Morgens.

Fig. 48.

schweden fortgeschritten war, um denselben Weg ostnordostwärts nach dem Finnischen Busen fortzusetzen.

Der höchste Luftdruck liegt über Südwesteuropa, welcher sich später nordwärts nach den britischen Inseln verschiebt. Das Wetter ist über Frankreich, im Gebiete des hohen Luftdrucks heiter, über Deutschland im Bereiche der Cyclone trübe, im Westen neblig, an der Küste zu Regenfällen geneigt. In den folgenden 24 Stunden

sind in Hamburg 25, in Memel 26^{mm} Regen gefallen. Bemerkenswerth ist das ruhige heitere Wetter zwischen dem Ladogasee und Südschweden, d. h. auf dem Gebiete zwischen zwei Cyclonen, eine Erscheinung, welche in der Regel stattzuhaben pflegt.

Die Temperaturvertheilung ist eine ganz andere, als am 30. und 31. Januar 1877, indem die Isothermen damals über Nordcentraleuropa von West nach Ost verlaufen, während sie in diesem Falle eine nordsüdliche Lage haben. Ebenso verlaufen die Isobaren im ersten Falle nach Ost, im letzteren nach Südost.

Die Aenderungen der Temperatur stimmen mit der Wetterlage überein: am 2. October ist über den britischen Inseln Abkühlung eingetreten, welche sich bis zum folgenden Tage über ganz Nord- und Mitteldeutschland ausgebreitet hat. —

Wie bereits oben bemerkt, kommt Zugstrasse III in der wärmeren Jahreszeit sehr selten vor; in den 9 Jahren von 1876 bis 1884 entfallen auf diese Zugstrasse für den April, Mai und Juli je 2 Fälle, für August und September je 1 Fall. In diesen Fällen pflegt das Wetter trübe, kühl und vielfach regnerisch zu sein, insbesondere im nördlichen und mittleren Deutschland.

Zugstrasse IV, kältere Jahreszeit. Das barometrische Maximum befindet sich über Südosteuropa, die continentale Axe liegt im äussersten Südosten, die Isobaren verlaufen nordostwärts, so dass ein breiter oceanischer Luftstrom, der seine nördliche Grenze im südlichen Nord- und Ostseegebiete, seine südöstliche Grenze in der Gegend des schwarzen Meeres hat, den europäischen Continent überfluthet, überallhin Wärme und Feuchtigkeit ausbreitend. Beim Erscheinen der Cyclone liegt gewöhnlich noch eine zweite im Nordosten, in der Regel über Finnland. Ein ziemlich erhebliches Maximum lagert in der Nähe von Island, so dass eine mehr oder weniger ausgeprägte Rinne niederen Luftdrucks, die sich von der Gegend vor dem Canal nordostwärts durch das Nord- und Ostseegebiet nach Finnland hinzieht, der Cyclone den Weg anweist, den sie zu wandern hat. Von dieser Rinne aus wächst der Luftdruck nach Nordwesten und am stärksten nach Südosten hin. Warmes mildes Wetter mit grosser Regenwahrscheinlichkeit und mit südwestlichen Winden wird also für ganz Europa, welches auf der Südseite dieser Rinne liegt, massgebend sein, während dagegen die britischen Inseln und Skandinavien Wärmemangel mit geringerer Regenhäufigkeit und östlicher Luftströmung zeigen. Kommen indessen auf der Rückseite der

Cyclone nordwestliche Winde zur Entwickelung, so ist dieser Vorgang von rascher, erheblicher Abkühlung begleitet, die zuerst in Frankreich sich einstellt und dann weiter ostwärts sich verbreitet. Jedoch sind diese Fälle selten (nach der Tabelle Seite 301) nur in 14% aller Fälle): in der Regel kommen die südwestlichen Winde nicht zur Herrschaft, indem wieder eine neue Cyclone im Westen auftaucht, und so höchstens nur eine vorübergehende und wenig erhebliche Abkühlung erfolgen kann. Die Bewölkung und die Regenwahrscheinlichkeit sind für diese Zugstrasse sehr beträchtlich, gewöhnlich schreiten die Niederschläge von West nach Ost fort, und nehmen dann die ganze deutsche Küste, meist auch das übrige, insbesondere das westliche Deutschland in ihr Gebiet auf.

Sehr bemerkenswerth ist das unruhige, stürmische Wetter, welches bei dieser Zugstrasse sich zuweilen über unsere ganze Küste ausbreitet. Gerade unsere heftigsten Stürme gehören dieser Zugstrasse an, welche insbesondere unsere Nordsee nicht selten mit beklagenswerthen Unglücken heimsuchten. Ich erinnere nur an die Stürme vom 12. und 13. März 1876, am 21. sowie vom 27. bis 30. October 1880, sowie an den besonders denkwürdigen Sturm vom 14. bis 15. October 1881 [177]).

Der letztgenannte Sturm ist nicht allein desswegen von Interesse, weil derselbe, was seine Ausdehnung, seine Heftigkeit und seine Verwüstung anbetrifft, jedenfalls zu den furchtbarsten Stürmen gehört, die in unseren Breiten glücklicherweise nur selten vorkommen, sondern weil derselbe auch manches Lehrreiche für die ausübende Witterungskunde bietet und die oben dargelegten Grundzüge für die Zugstrasse IV scharf markirt, so dass ich hier eine ausführliche Beschreibung dieses Sturmes folgen lasse und zwar mit Rücksicht auf die von der Seewarte in Bezug auf dieses Phänomen erlassenen Sturmwarnungen.

Auf der Wetterkarte vom 13. Oktober 8^h a. m. tritt eine Cyclone an der norwegischen Küste in den Vordergrund, deren centraler Theil in der Nähe von Christiansund lag, und die ihren Einfluss auf Wind und Wetter über dem Gebiete von den britischen Inseln ostwärts bis ins Innere Russlands und vom hohen Norden südwärts bis zum Fusse der Alpen ausdehnte; schwerlich konnte man ahnen, dass eine unbedeutende atmosphärische Störung, welche an diesem Morgen im Südwesten Grossbritanniens auftauchte, das Signal zu jenem orkanartigen Sturme sein sollte, welcher für grosse Länder- und Meeresstrecken geradezu verhängnissvoll wurde.

Die Aenderungen in der Wetterlage am 13. bis 2^h p. m. zeigen mit aller Entschiedenheit das Herannahen einer tiefen Cyclone an: in den vorhergehenden 6 Stunden war das Barometer in Valentia um $7,8^{mm}$ gefallen, in Mullaghmore um $3,3^{mm}$ und in Holyhead um $1,3^{mm}$, während dasselbe in Ostengland noch gestiegen war. Gleichzeitig waren in Irland und Westengland bei Eintritt von Regenwetter die Winde nach Südwest zurückgegangen und wehten stellenweise als frische, in Valentia als steife Brise.

Auf Grund dieser Thatbestände wurde in dem Warnungstelegramme, welches am Nachmittage an sämmtliche Signalstellen der Seewarte mit Rücksicht auf die Cyclone an der norwegischen Küste gerichtet wurde, und Verlängerung des Sturmsignales anordnete, auf die atmosphärischen Vorgänge im Westen ausdrücklich hingewiesen.

Bis zum Abend hatte sich gleichzeitig mit Regenwetter die Abnahme des Luftdruckes über das ganze Gebiet der britischen Inseln ausgedehnt; die Winde waren daselbst allenthalben noch schwach, nur über Irland dauerte die steife südwestliche Luftströmung fort. An der südnorwegischen Küste und über Dänemark herrschten unter Einfluss der Cyclone im Norden bei steigendem Barometer stürmische nordwestliche Winde, die stellenweise bis zum vollen Sturm sich gesteigert hatten.

Am 14. October 8^h a. m. lag das Minimum über Südschottland, umgeben von dicht gedrängten Isobaren und stürmischer Luftbewegung: über Nordschottland herrschte voller Sturm aus Ost, über Irland und am Canal stürmte es aus Nordwest und West, während im südöstlichen Nordseegebiete die vorhin stürmischen Winde mit abnehmender Stärke zurückgedreht waren und jetzt von Neuem wieder auffrischten. Im centralen Raum des Minimums dagegen wehte, wie es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, eine leichte Brise aus variabler Richtung. — Der Einfluss der Depression erstreckte sich jetzt über die britischen Inseln, das Nordseegebiet, Frankreich und Westdeutschland südwärts bis zum Fusse der Alpen, stürmische Winde jedoch kamen nur auf den beiden ersteren Gebieten vor.

Die Aenderungen, welche sich in der Luftdruckvertheilung seit dem Abend vollzogen hatten, waren so rapide und aussergewöhnlich, dass diese auf eine Störung deuten mussten, die für Küste und Binnenland von verheerender Wirkung begleitet sein musste; in den vorhergehenden 12 Stunden war das Barometer gefallen in Shields

um 26,9, in Ardrossan um 25,9, in Donaghadee um 25,2, in Holyhead um 24,9 und in Aberdeen um $22{,}9^{mm}$.

Der Umstand, dass die rasche Abnahme des Luftdrucks auf beschränktem Gebiete erfolgte, während in weiterer Umgebung des Minimums das Barometer allenthalben noch gestiegen war, trug wesentlich dazu bei, die Gradienten rasch zu verstärken und so die Heftigkeit des Sturmes in eminentem Grade zu erhöhen.

Zu dieser Zeit lag das Regengebiet im Südosten des Minimums: in einem breiten Streifen, welcher sich vom Canal nach Nordjütland und weit ins Binnenland hinein bis zur Linie Hannover—Karlsruhe erstreckte, herrschte jetzt überall Regenwetter, nachdem in der vorhergehenden Nacht auf den britischen Inseln überall beträchtliche Niederschlagsmengen gefallen waren (in Aberdeen 26, in Liverpool 25^{mm}). Auf der Rückseite der Depression dagegen war, der Regel entsprechend, Aufklaren eingetreten.

Als etwas nach 8 Uhr Morgens die Depression bei Edinburgh vorüberging, drang die Sonne plötzlich durch die auseinandergehenden und rasch abnehmenden Wolken; jedoch innerhalb einer Stunde trat ein vollständiger Wechsel ein; eine niedere Bank dunkler Wolken hatte sich am Nordhorizonte gebildet, dann erschien aschgraues, lang hingezogenes und drohend aussehendes Gewölk, immer höher zum Zenith hinaufsteigend. In kurzer Zeit war der Himmel ganz bedeckt, und es folgte dann rasch eine solche Dunkelheit, dass man bei Gaslicht die Morgenzeitungen lesen musste. Beim Vorübergange der Depression sprang der Wind mit sinkender Temperatur von Südsüdwest nach Nordnordost und steigerte sich dann rasch zum vollen Sturme. An der Küste von Berwickshire war die Dunkelheit viel grösser und unheimlicher; mit ihrem Eintritt brach ein orkanartiger Sturm aus, welcher, mit unwiderstehlicher Gewalt Alles vor sich hinwerfend, zu einer Höhe heranwuchs, die nach den Urtheilen der Fischer, die mit dem Leben davon kamen, und der Beobachter auf dem Lande fast diejenige des Orcanes vom 24. Januar 1868 erreichte, welcher damals in diesen Districten grosses Unheil anrichtete. Ich erwähne diesen Vorgang hauptsächlich desshalb, weil ich nachher ein ähnliches Phänomen besprechen werde, welches sich an der westdeutschen Küste ostwärts bis über die Odermündung hinaus fortpflanzte.

In Anbetracht der drohenden Gefahr wurde um 1 Uhr Nachmittags das Warnungssignal verschärft und in „Südweststurm rechtdrehend“ umgewandelt und gleichzeitig auf das vermuthliche „rasche

und starke Auffrischen der Winde“ ausdrücklich hingewiesen. Auch das Binnenland wurde von dem hereinbrechenden Sturme rechtzeitig unterrichtet, indem für das nordwestliche Deutschland „heftige Stürme“ prognosticirt, für Centraldeutschland voller Sturm und für Ost- und Süddeutschland stürmische südliche und südwestliche Winde in Aussicht gestellt wurden.

Am 14. October 2^h p. m. hatte das Minimum die britischen Inseln bereits verlassen und lag mit der beträchtlichen Tiefe von 720^{mm} östlich von Shields. Hervorzuheben sind die äusserst starken Gradienten auf der Westseite des Minimums, indem diese den kleinsten Gradienten (4,5), der im Stande ist, stürmische Winde hervorzubringen, um ungefähr den dreifachen Werth übertrafen; derselbe erreichte nahezu 13^{mm}. Auf der Strecke von Shields westwärts bis zur irischen See stieg der Luftdruck um etwa $12\frac{1}{2}^{mm}$ an. Fast ebenso bedeutend waren die Luftdruckdifferenzen nach dem Canal hin.

Dem entsprechend waren auch die ausserordentlich heftigen orcanartigen und verheerenden Stürme an der englischen und schottischen Küste und am Canal. Der Sturm wehte in der Nacht vom 13. auf den 14., insbesondere aber am 14., von heftigen Regengüssen begleitet. In London nahm der Sturm zuweilen den Charakter eines tropischen Orcans an; Schornsteine und Gerüste wurden niedergeweht, Bäume entwurzelt, Telegraphenleitungen zerstört, viele Schiffbrüche fanden an der Küste statt, und leider waren bedeutende Verluste an Menschenleben zu beklagen. Die Themse glich stellenweise einer bewegten See und entsandte dichte Wasserstrahlen über Brücken und landende Schiffe, während an manchen Stellen der Wasserstand so niedrig war, dass der Dampfbootdienst eingestellt werden musste.

Etwas nach Mittag waren auch an der deutschen Nordseeküste, stellenweise auch an der westlichen Ostsee, wohin sich die rapide Abnahme des Luftdrucks fortgepflanzt hatte, Sturmböen eingetreten. In Keitum war um 1^h p. m. der Wind von Südsüdost nach Südwest umgesprungen und hatte dann rasch die Stärke eines vollen Sturmes erreicht. Das Regengebiet war weit über die Odermündung hinaus vorgedrungen. Um 2 Uhr Nachmittags herrschte an allen Signalstellen von Norderney bis Stolpmünde Regenwetter, nur in Keitum war der Himmel halb, in Borkum $^3/_4$ bedeckt. In den letzten 6 Stunden bis 2^h p. m. waren die Aenderungen des Luftdrucks, inbesondere im westdeutschen Küstengebiete, ausserordentlich gross; in Keitum war das Barometer gefallen um 12,9, in

Kiel um 11,5, in Hamburg um 10,0, in Swinemünde, Cassel und Leipzig um 7^{mm}.

Ausbreitung des Sturmes über die ganze deutsche Küste war wahrscheinlich, und daher wurde auch für den östlichen Theil der Ostsee (von Swinemünde bis Memel) das bereits angeordnete Signal „Ball“ durch „Südweststurm“ ersetzt.

Bis etwa 2 Uhr war in Hamburg das Wetter ziemlich ruhig, nur einige heftige Regenböen hatten vorher geweht, allein Sturmesstärke hatten dieselben nicht erreicht. Um 3¼ Uhr klarte es im westlichen und südwestlichen Horizonte auf, dann folgten einige schwere Böen aus Südsüdwest. Um 3½ Uhr zeigte sich blauer Himmel im Zenith. Am Nordhorizonte lagen über einer niederen langgezogenen Wolkenmasse dichte Haufenwolken, darüber ein dichter Teppich Cirro-strati, oben begrenzt von einzelnen Federwolken. Dieses Aufklaren war an der deutschen Nordostseeküste meistens schon vor 2 Uhr erfolgt und dann meist mit nachfolgender Zunahme des Windes. In Glückstadt trat dasselbe ein um 2½ Uhr, in Kiel etwa um 3 Uhr, in Hamburg um 3¼ Uhr, in Wismar vor 4 Uhr, in Warnemünde (und Travemünde?) um 5 Uhr, in Arkona um 6 Uhr und in Swinemünde um 8 Uhr. Das Anschwellen des Windes erfolgte in Borkum Mittags zwischen 12 und 1 Uhr, in Wilhelmshaven und Keitum zwischen 2 und 3 Uhr, in Hamburg und Kiel zwischen 3 und 4 Uhr, in Wustrow zwischen 4 und 5 Uhr, in Swinemünde zwischen 5 und 6 Uhr und in Neufahrwasser zwischen 7 und 8 Uhr. Dabei zeigte sich die eigenthümliche Erscheinung, dass die Winde vor oder bei Eintritt der grössten Stärke ausschossen, dann aber meistens wieder langsam zurückdrehten. Diese Erscheinung hängt offenbar zusammen mit dem Vorübergang secundärer Bildungen. Gleichzeitig ging das rapide Fallen des Barometers in ein langsames über, so dass sich das obige Phänomen in den Barographencurven jener Stationen ganz deutlich wiederspiegelt. Da jetzt auch die Winde an Stärke etwas nachliessen, so schien die grösste Gefahr vorüber zu sein, allein schon nach einigen Stunden frischten die Winde wieder rasch auf und erreichten in den einzelnen Stössen eine orcanartige Gewalt.

Besonders interessant und in mancher Beziehung lehrreich ist die Wetterkarte vom 14. Oct. 8 Uhr Abends (Fig. 49). Auf derselben liegt das Minimum mit unveränderter Tiefe (720^{mm}) hart an der Nordwestküste Jütlands, wo nur schwache Winde herrschen, seinen Wirkungskreis über ganz Westeuropa bis nach dem Innern Russlands

hin ausdehnend. Im ganzen Umfang des Minimums herrscht Sturm. Die Stürme über England, Schottland, der Nordsee und dem Canal dauern fort und haben sich bis zum Fusse der Alpen ausgebreitet, auch über der westlichen Ostsee sowie an den Südküsten Norwegens herrscht meist voller Sturm; dagegen im östlichen Ostseegebiete wehen meist nur starke südliche und über Skandinavien, ausser an den Südküsten, nur schwache Winde, welche theilweise unter dem

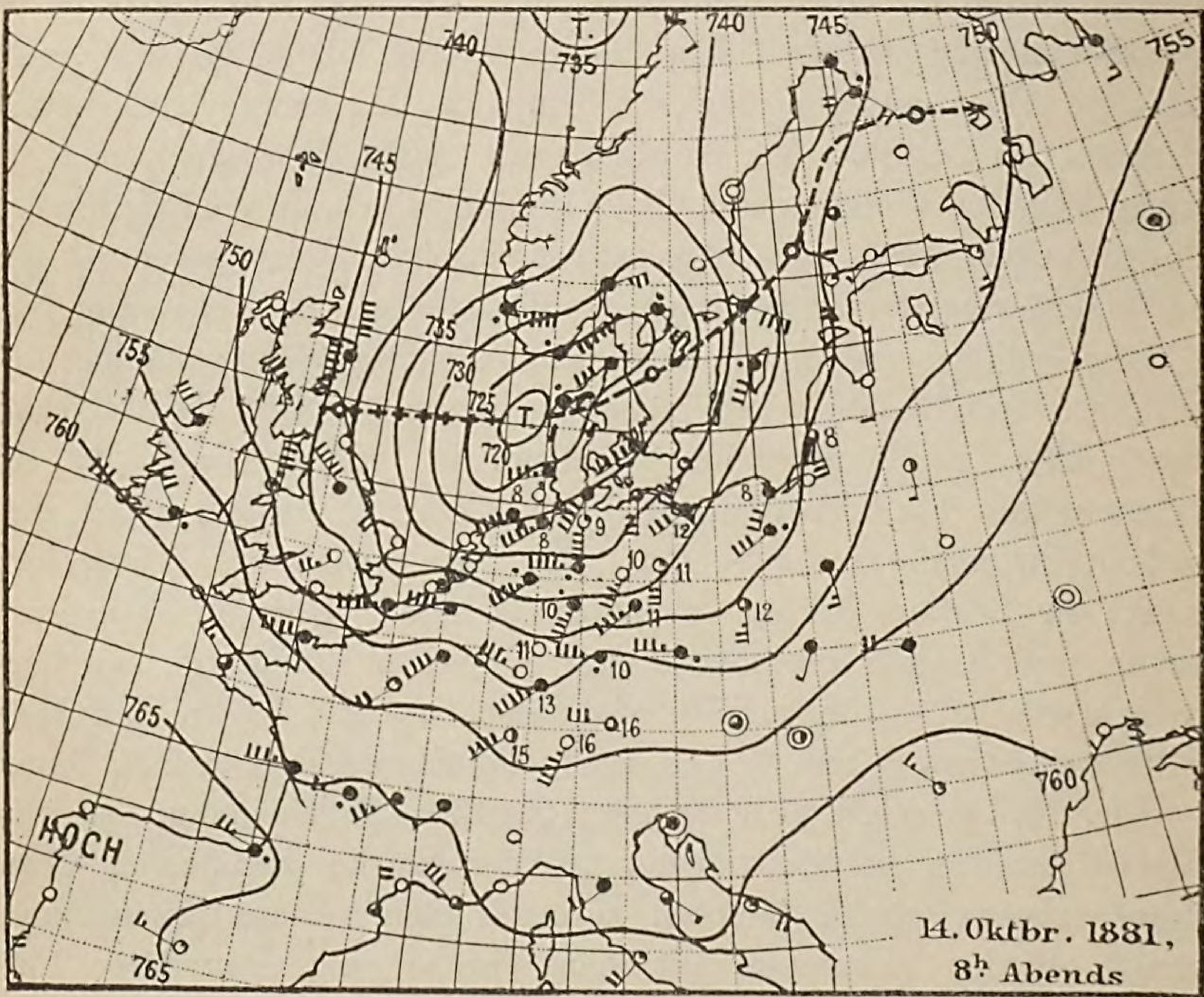


Fig. 49.

Einflusse des Minimums bei Jütland, theilweise unter demjenigen der im hohen Norden verschwindenden Depression stehen.

Hervorzuheben ist, dass die durch die Luftdruckvertheilung gegebenen Windverhältnisse äusserst günstig waren, grosse Wassermassen an unserer Nordseeküste anzustauen und in die Flussmündungen hineinzutreiben. Die Karte giebt uns ein anschauliches Bild derjenigen Kräfte, welche bei dem Zustandekommen und der Entwickelung der Sturmfluth thätig waren, die in der Nacht die Bewohner der Unterelbe in Schrecken versetzte. Ueber der westlichen

Ostsee wehten südliche und südwestliche Winde, am Eingange der Ostsee östliche, durch welchen Umstand das Wasser aus der Ostsee in die Nordsee getrieben wurde. Von der anderen Seite trieben die westlichen Winde im Canal der südlichen Nordsee grosse Wassermassen zu. Ueber der nördlichen Nordsee herrschten nördliche Winde, die nach Süden hin allmählich in Nordwest und West übergingen. Berücksichtigen wir noch, dass alle diese Winde zum mindesten stürmisch, meistens aber als voller Sturm und vielfach in orcanartigen Böen auftraten, ferner dass zur Zeit des Hochwassers, um Mitternacht (in Cuxhaven und Glückstadt um 1 Uhr), an der deutschen Nordseeküste die Winde nach Nordwest drehten und mit erneuter Heftigkeit wehten und so der Fluthwelle einen neuen kräftigen Impuls gaben, so vereinigen sich alle diese Ursachen zu dem Resultate, dass trotz der „Dove Tide“ sich in der südlichen Nordsee, sowie in den Flussmündungen schreckenerregende Wassermassen ansammeln und von argen Verwüstungen begleitet sein mussten. Das Niveau des Wassers war gegen die Flussmündung ein aufsteigendes, und daher konnte die nächste Fluth keine wesentliche Erhebung der Oberfläche zu Stande bringen, um so weniger, als an der Unterelbe Dammbrüche eingetreten waren und die vom Meere kommende Fluthwelle sich in die ausgedehnten Ebenen ergiessen konnte.

Aehnlich war die Situation beim Sturm vom 30. Januar 1877 (vgl. oben Seite 320), wo durch die West- und Südweststürme im Canal und die Nord- und Nordweststürme über der Nordsee das Wasser an unserer Küste angestaut wurde, wodurch die von zahlreichen Verwüstungen begleitete Sturmfluth an der ostfriesischen und holländischen Küste entstand, welche die höchste dieses Jahrhunderts in jenen Districten gewesen sein soll.

Ueber die Windverhältnisse geben die Registrirungen des an der Seewarte aufgestellten Anemometers ein anschauliches und detaillirtes Bild, so dass für jeden Moment Richtung, Stärke und Geschwindigkeit des Windes neben einander übersichtlich durch den Apparat dargestellt sind. Der Sturm wurde eingeleitet etwas nach 2 Uhr Nachmittags durch rasch aufeinander folgende Böen, die mit ziemlich gleichbleibender Stärke bis etwa 5 ½ Uhr anhielten, wobei die mittlere stündliche Windgeschwindigkeit bis auf 24^m pro Secunde stieg. Nach einigen kleineren Böen von mässiger Stärke folgte 6 ¾ Uhr eine äusserst schwere, vor welcher der Wind von Südsüdwest nach Südwest ausschoss und in welcher derselbe wieder

nach Südsüdwest zurückdrehte. Vor der Böe war das Barometer rasch gefallen, dann ebenso rasch wieder gestiegen. Die nächste schwere und länger anhaltende Böe erfolgte um 9^h 40^m, wobei das Barometer in sehr rasches Fallen überging. Dann folgten die Böen mit gleicher Heftigkeit rasch auf einander bis zum Morgen. Etwa eine halbe Stunde vor Mitternacht war in Hamburg der tiefste Barometerstand = $727{,}4^{mm}$ eingetreten; die mittlere Windgeschwindigkeit stieg dabei auf $28{,}7^m$ pro Secunde. Diese mittlere Geschwindigkeit, welche einem starken Sturme entspricht, wurde schon öfters übertroffen, z. B. in dem Südweststurm am 15. März 1876 betrug die mittlere stündliche Windgeschwindigkeit in Hamburg sogar $31{,}4^m$. In den einzelnen Stössen jedoch war die Geschwindigkeit am 14. October 1881 enorm grösser, und es überstieg jedenfalls das Maximum des Druckes in den einzelnen Böen 250 Pfund auf das Quadratmeter. Bis 6 Uhr Morgens dauerten die schweren Böen fort, nach und nach spärlicher aufeinander folgend und nachher allmählich nachlassend.

Ich habe diesen Sturm in der Nacht vom 14. auf den 15. von der frei gelegenen Seewarte, wohl dem höchsten bewohnten Gebäude Hamburgs, beobachtet, der Eindruck lässt sich schwer wiedergeben: Das gewaltige Tosen des Sturmes, der die Wassermassen auf der Elbe vor sich hertrieb, darunter die rasch auf einander folgenden Warnungsschüsse von der am Fusse gelegenen Batterie, welche im Interesse der tief liegenden und von Wassergefahr bedrohten Wohnungen das weitere Anschwellen der Sturmfluth anzeigten, die schweren vorüberjagenden Wolkenmassen, die dichten Regengüsse, welche der Sturm gegen die Fensterscheiben peitschte, das Alles erweckte trotz der Sicherheit des Baues ein besorgnisserregendes unheimliches Gefühl. Mit derselben Gewalt wüthete der Sturm an den Nordseeküsten, dafür sprechen die vielfachen Verwüstungen, die zahlreichen Schiffbrüche und die vielen Verluste an Menschenleben. Auch über Dänemark und an der westlichen Ostsee raste der Sturm mit ungewöhnlicher Heftigkeit: Gebäude wurden beschädigt, Telegraphenleitungen zerstört, Schiffbrüche kamen vor, und insbesondere haben die heftigen Regengüsse im Verein mit dem Sturme mannigfachen Schaden angerichtet.

An der deutschen Nordsee trat die grösste Windgeschwindigkeit überall fast etwas später ein als in Hamburg, und dann erst mehrere Stunden nachher, nachdem das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht hatte. Die grösste mittlere Geschwindigkeit fand

statt in Borkum und Hamburg um Mitternacht, in Wilhelmshaven zwischen 1 und 2 Uhr Morgens (gleichzeitig mit Magdeburg), in Kiel zwischen 4 und 5 Uhr, in Swinemünde zwischen 5 und 6 Uhr, in Wustrow zwischen 6 und 7 Uhr. Ein zweites Maximum erfolgte am Nachmittage in Kiel und Swinemünde von 0 bis 1 und in Wustrow von 3 bis 4 Uhr.

Das Regengebiet hatte sich schon am Abend ostwärts bis nach Ostpreussen hin fortgepflanzt; auf dem ganzen Gebiete, welches sich zwischen Mittelskandinavien und Süddeutschland ausdehnt, herrschte in der Nacht Regenwetter. In den Districten von Wangeroog bis Bremen, auf Sylt und auf Rügen hatten auch Graupelschauer stattgefunden.

Am 15. October 8 Uhr Morgens lagerte das Minimum mit abnehmender Tiefe in der Nähe Skagerraks. Der tiefste Barometerstand war bei Skagen (726,7^{mm}), wo schwache Südostwinde eingetreten waren, nicht mit dem Centrum der Isobaren zusammenfallend, sondern, wie es häufig vorkommt, stark excentrisch gelagert. Auch am 14. um 8^{h} a. m. und am 15. 8^{h} p. m. war dieses der Fall. Auf der Westseite der jütischen Halbinsel dauerten die schweren Stürme noch fort, die jetzt, etwa seit Mitternacht, aus nordwestlicher Richtung wütheten, und auch an der südlichen Ostsee bis nach Ostpreussen hin waren heftige Stürme aufgetreten, die an der westlichen Ostsee, ostwärts fortschreitend, langsam nach Nordwest umgingen und dann stellenweise eine orcanartige Heftigkeit erhielten. Auf der Nordseite der Cyclone war das Wetter ziemlich ruhig, und auch am Nordfusse der Alpen und über den britischen Inseln waren bei aufklarendem Wetter die Winde schwächer geworden, nur in Aberdeen wehten noch stürmische Schneeböen aus nordwestlicher Richtung.

Im Laufe des Tages schritt das Minimum mit abnehmender Tiefe und Geschwindigkeit über Südschweden nach Finnland fort, und es frischten jetzt an der ostdeutschen Küste die südwestlichen Winde bis zum schweren Sturme auf. Auf der Küstenstrecke etwa von der Odermündung bis nach Memel tobte der Sturm von 8 Uhr Morgens bis etwa 5 Uhr Nachmittags am heftigsten, wobei die Winde langsam mit dem Zeiger der Uhr drehten und bei westlicher Richtung die grösste Stärke erreichten. Für die Heftigkeit des Sturmes auch in dieser Gegend sprechen die vielfachen Beschädigungen an Gebäuden und Bäumen, wie sie von den meisten Signalstellen gemeldet wurden. Bemerkenswerth sind die elektrischen

Entladungen, die an der westlichen Ostsee und auf Rügen vereinzelt und zu ganz verschiedenen Zeiten beobachtet wurden.

Am 16. October 8 Uhr Morgens lag die Depression mit rascher Abnahme der Tiefe und der Intensität über dem bottnischen Busen. Die Winde waren überall schwächer geworden und traten nur noch vereinzelt stürmisch auf; an der deutschen Küste wehten meist mässige nordwestliche bis südwestliche Winde. In der Nacht hatte sich ein Gebiet hohen Luftdruckes, vom Ocean kommend, über Grossbritannien und Frankreich ausgebreitet und schritt an dem folgenden Tage, an Umfang zunehmend, ostwärts weiter, während das Minimum nordostwärts dem weissen Meere zuwanderte, wo es am 18. Morgens kaum noch zu erkennen ist.

Die ausführlichen Wetterkarten für den atlantischen Ocean zeigen, dass am 11. bei 20° westlicher Länge und 63° nördlicher Breite sich auf der Westseite der Depression, welche auf unserer Karte (Fig. 49) bei Finnmarken liegt, ein Theilminimum entwickelte, welches nach und nach zur selbständigen Depression sich ausbildend, in der Nacht vom 13. auf den 14. die britischen Inseln betrat und hier mit ausserordentlicher Intensität auftrat. — Das Auftreten der Depressionen am Südwestrande eines grösseren Minimums an der norwegischen Küste, mögen dieselben, was wohl die Regel ist, als Theilbildungen oder aber als selbständige Gebilde vom Ocean herkommen, sind für eine grosse Anzahl unserer Stürme sehr charakteristisch. Ich habe eine Reihe von bedeutenderen, theilweise von schweren Stürmen begleiteten Minima untersucht, welche in der Epoche von 1876 bis 1880 im Südwesten der britischen Inseln zuerst sich zeigten und dann in ostnordöstlicher Richtung durch die südliche Nordsee über Dänemark und Südschweden fortschritten, und gefunden, dass dieselben in den meisten Fällen auf der Südwestseite einer grösseren Depression lagen. Der Vorgang ist dann in der Regel folgender: Die Depression am Südwestrande nimmt rasch an Tiefe zu und durchschreitet mit ungewöhnlicher Geschwindigkeit die britischen Inseln und das Nordseegebiet, rasch an unserer Küste den Sturm zur vollen Entwickelung bringend, während die Depression im Nordosten bei langsamerer Fortbewegung gewöhnlich an Tiefe und Intensität abnimmt resp. verschwindet. Dabei macht die Verbindungslinie beider Minima eine Drehung gegen die Bewegung der Uhrzeiger.

Die Ausbreitung des Sturmfeldes war eine ausserordentlich

grosse; am 14. October 2^h p. m. waren bis zur Linie Kaiserslautern — Swinemünde stürmische Winde aufgetreten. Von 2 bis 3^h p. m. erreichten dieselben in Kaiserslautern die grösste Heftigkeit. An demselben Tage 8^h p. m. herrschte über der ganzen Westhälfte Centraleuropas nördlich vom Fusse der Alpen West- und Südweststurm, während im Osten die starken südlichen Winde rasch auffrischten. In der Nacht erreichten im nordwestlichen und centralen Deutschland die Winde die Stärke eines Orcans, welcher überall von heftigen Verwüstungen begleitet war. In Magdeburg wurde am 14. von 9 bis 10^h p. m. der Wind steifer, seine mittlere stündliche Geschwindigkeit stieg auf $13{,}6^m$ pro Secunde, von 10 bis 11^h stieg sie auf $16{,}2^m$, erreichte von 11 bis 12^h $21{,}2^m$ pro Secunde, was der Geschwindigkeit eines vollen Sturmes entspricht. Von 12 bis 1^h Nachts betrug das Stundenmittel $22{,}7^m$, von 1 bis 2^h $27{,}0^m$. Der gewaltigste Stoss erfolgte um 1^h 29^m, als die Geschwindigkeit (nicht mittlere stündliche) von $38{,}5^m$ pro Secunde erreicht wurde, die nur mit der Windgeschwindigkeit in einem Orcane verglichen werden kann. Zur selben Zeit tobte auch der Sturm in Sachsen und Brandenburg in wahrhaft schreckenerregender Weise. In Dresden wurde am 15. $5^3/_4$ bis 6^h a. m. eine mittlere Windgeschwindigkeit von $31{,}5^m$ am Anemometer direct beobachtet, jedoch soll zwischen 1 und 2 Uhr Nachts der Sturm viel stärker gewesen sein.

Die Temperaturverhältnisse und ihre Aenderungen während dieses Sturmes bieten nichts von den oben für Zugstrasse IV dargestellten Verhältnissen Abweichendes dar. Am 13. October 8^h a. m. verlief die Isotherme von 10^0 ungefähr von Südwestirland ostsüdostwärts nach Odessa hin, die von 15^0 von Südwestfrankreich nach Corsica und Süditalien, während erst in Nordfinnland die Temperatur unter $+ 5^0$ lag. Die Erwärmung, welche schon am 13. über Westfrankreich eintrat, pflanzte sich am 14. über England, Ostfrankreich und Süddeutschland und am 15. auch über Oesterreich fort, während im Westen wieder erhebliche Abkühlung erfolgte, die nun sehr rasch ostwärts fortschritt.

Zugstrasse IV, wärmere Jahreszeit. Die Zugstrasse IV ist insbesondere in den eigentlichen Sommermonaten stark freqentirt. Das barometrische Maximum liegt in den allermeisten Fällen über Südosteuropa, die Isobaren verlaufen nach Nordost, die Isothermen nach Ostnordost, die continentale Axe liegt weit nach Südost hin, so dass, wie in der kälteren Jahreszeit, die oceani-

sche Luft freien Zutritt in das Innere des europäischen Continentes hat.

Trübung und Niederschläge dringen rasch ostwärts vor und steigern sich nicht selten zu ganz bedeutenden Mengen, während die Regenwahrscheinlichkeit einen ausserordentlich grossen Werth hat. Die Temperatur, welche beim Erscheinen der Depression in Deutschland in weitaus den meisten Fällen über dem Normalwerthe lag, wird beim weiteren Fortschreiten successive erniedrigt, zumal da in dieser Jahreszeit nordwestliche Winde häufiger zur Entwickelung kommen, als in der kälteren und zuweilen einen stürmischen Charakter annehmen. Hiermit im Zusammenhange steht die ausserordentlich grosse Gewitterhäufigkeit, welche dieser Zugstrasse zukommt. Man kann mit einer Wahrscheinlichkeit von nahezu 70 % bei der oben dargestellten Situation Gewitter bei Vorübergang der Cyclone erwarten, welche meistens von grosser Ausdehnung und Intensität sind.

Auch in dieser Jahreszeit zeigt sich die interessante Thatsache, dass fast in allen Fällen bei Erscheinen der Cyclone im Westen sich gleichzeitig ein barometrisches Minimum im Nordosten, gewöhnlich über Finnland, befindet, so dass die Cyclone sich in einer mit der Bahn zusammenfallenden Rinne niedrigen Luftdruckes fortbewegt.

Häufig findet ein totaler Witterungsumschlag statt, indem das heitere, tockene, warme und ruhige Wetter kühler, trüber, feuchter und nicht selten windiger Witterung mit Gewittererscheinungen Platz macht. Ein solcher Fall, welcher nicht selten vorzukommen pflegt, trat ein vom 5. bis 7. Juni 1881, welcher durch die 3 folgenden Wetterkarten veranschaulicht werden soll.

Am 5. Juni liegt ein umfangreiches Depressionsgebiet über Nordwesteuropa, der höchste Luftdruck über dem Mittelmeer. Bei leichter Luftbewegung aus südwestlicher Richtung ist das Wetter über Frankreich und Deutschland heiter, trocken und ungewöhnlich warm. In Süd- und Ostdeutschland hat die Morgentemperatur vielfach 20° überschritten. Aber im Südwesten zeigt die Isobare von 755^{mm} eine Ausbuchtung, welche im Verein mit dem auf der Ostseite hin abnehmenden Luftdrucke die Entwickelung einer Theildepression anzeigt.

Die Wetterkarte vom 6. Juni zeigt diese Theildepression über der südlichen Nordsee in weiterer Ausbildung und von erheblicher Tiefe, der westdeutschen Küste näher rückend, während die

Isobare von 750^{mm} sich zungenförmig nach dem südlichen Frankreich erstreckt. Die Wirkung der Depression auf die Witterung ist aus der Wetterkarte vom 6. ersichtlich: in Frankreich und Westdeutschland ist trübes Wetter eingetreten, stellenweise fällt Regen; die Temperatur ist in Frankreich und in Westdeutschland herabgegangen; in Westdeutschland bis zu der Linie Friedrichshafen-Stettin gingen insbesondere am Nachmittage zahlreiche Gewitter nieder, meist von

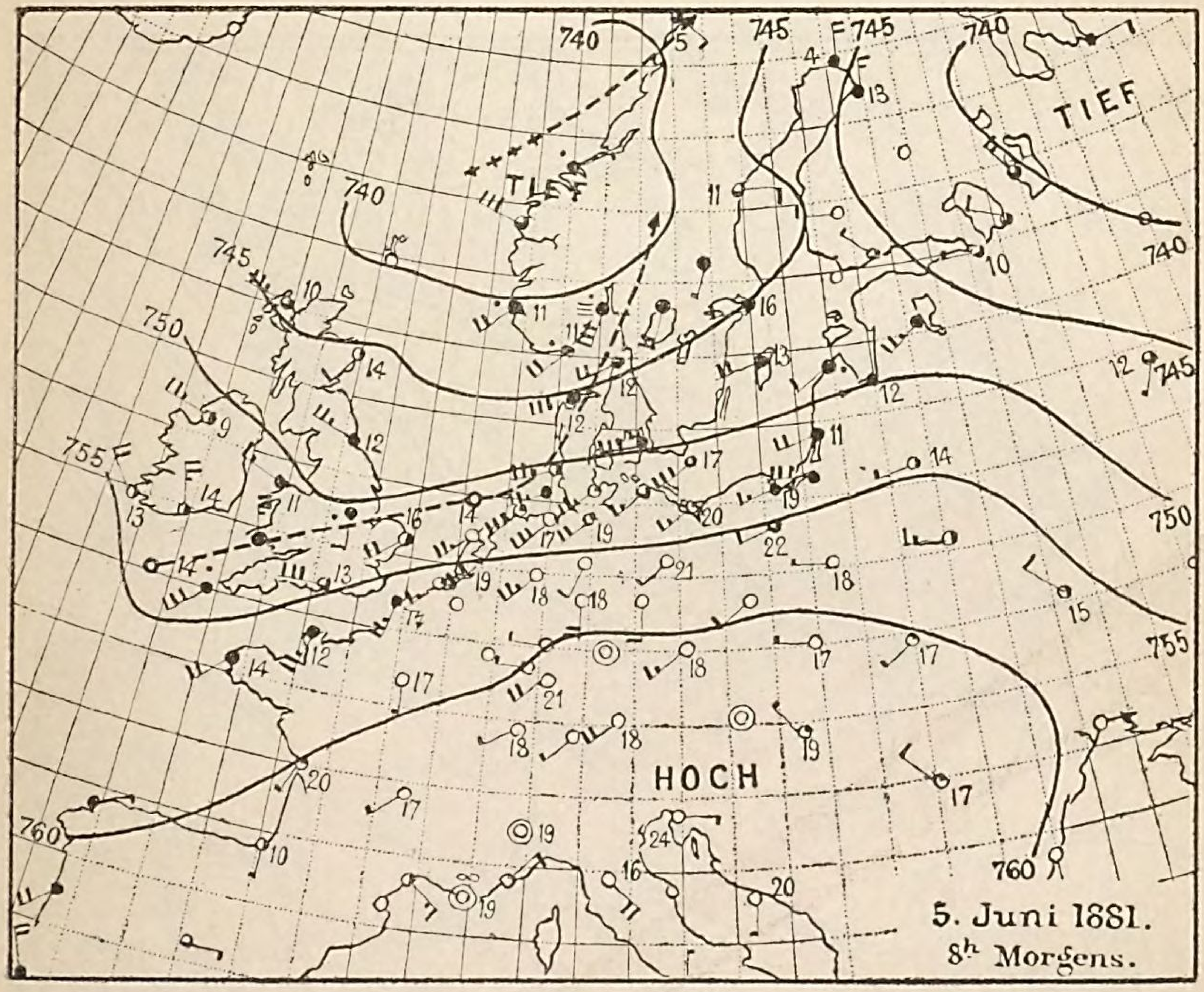


Fig. 50.

geringen Niederschlägen begleitet. Dagegen über Ostdeutschland, sowie über Oesterreich-Ungarn ist das Wetter noch andauernd heiter und warm.

Am 7. liegt die Depression als ausgeprägte Cyclone mit ihrem Centrum über dem Skagerrak, die Isobare von 750^{mm} hat sich weiter nach Süden hin ausgebuchtet und ragt sogar über die Alpen hinaus in Italien hinein. Das trübe Wetter hat sich über ganz Deutschland, sowie über Oesterreich-Ungarn ausgebreitet, wogegen in Frank-

reich wieder Aufklaren eingetreten ist. Die Temperatur ist allenthalben erheblich gesunken, in Deutschland bis zu 9°, so dass jetzt überall recht kaltes Wetter herrscht. An fast allen deutschen Stationen ist Regen gefallen, vielfach in erheblicher Menge und meist in Gewitterböen, welche am Abend über Deutschland sich fortbewegten. In dem Gebiete südöstlich von der Ostsee, auf der Südostseite der Cyclone dauert das heitere, warme Wetter noch vorübergehend fort. —

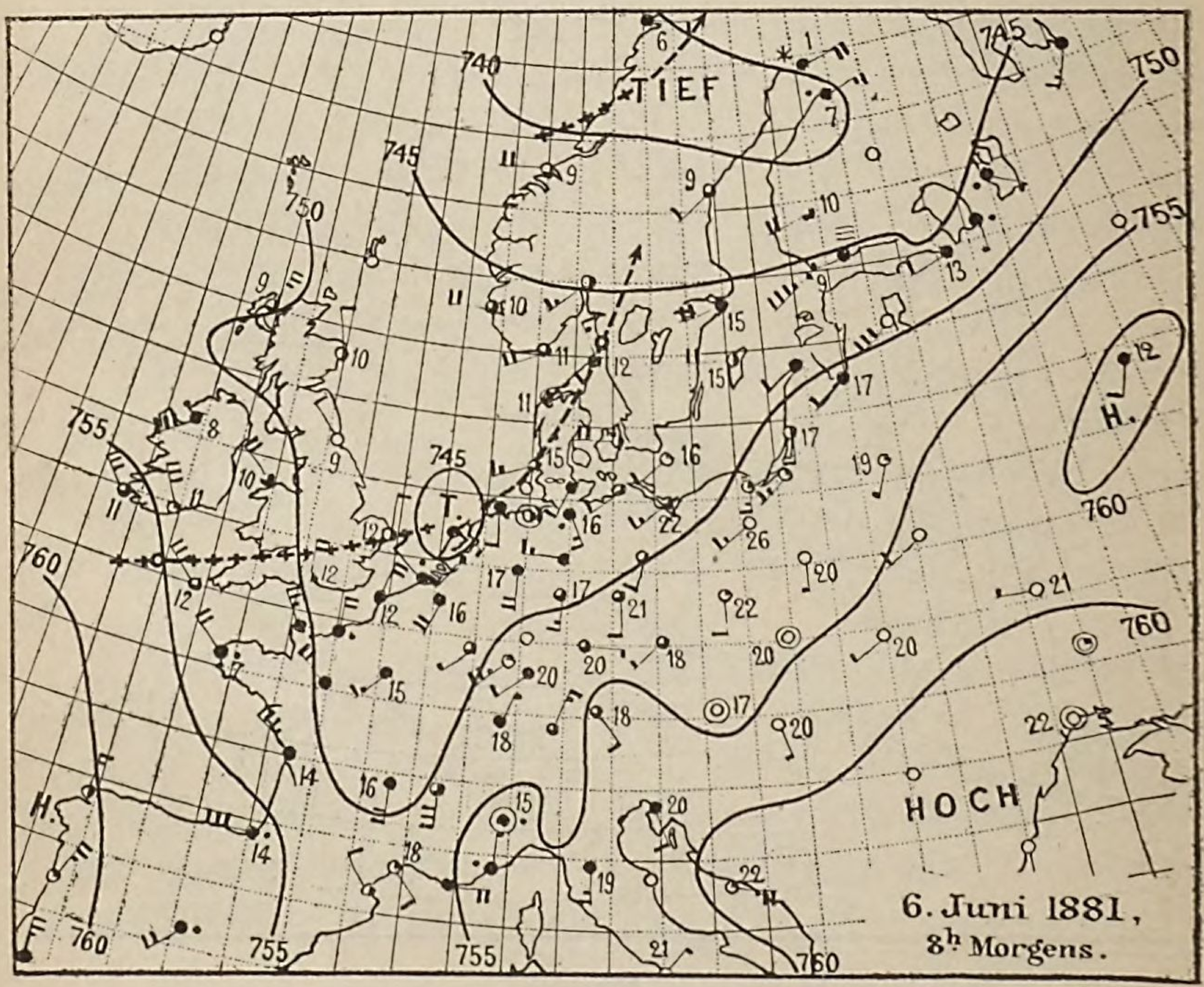


Fig. 51.

Zugstrasse Va, kältere Jahreszeit. Die Cyclonen dieser Zugstrasse, welche in den eigentlichen Sommermonaten aus den bereits angegebenen Gründen nur sehr selten vertreten sind, sind viel weniger entwickelt als diejenigen der anderen Zugstrassen. Das barometrische Maximum liegt auf dem Ocean westlich von Europa und steht im Zusammenhang mit dem grossen Maximum der Rossbreiten, ein zweites Maximum liegt in der Regel über Finnland, so dass zwischen beiden eine breite Rinne niedrigen Luftdrucks lagert, in welcher sich die Cyclonen bewegen. Die Isobaren verlaufen

durchschnittlich nach Norden, während die höchste Wärme im Südwesten liegt, welche nach Nordost hin successive abnimmt.

Charakteristisch für diese Zugstrasse ist die Abkühlung, welche in Frankreich und ganz Deutschland erfolgt, wenn eine Cyclone in dieselbe einlenkt. Insbesondere im Frühjahr und im Herbst erhält diese Abkühlung oft eine sehr grosse Intensität und Beharrlichkeit. Dieser Situation verdanken wir hauptsächlich die Kälte-

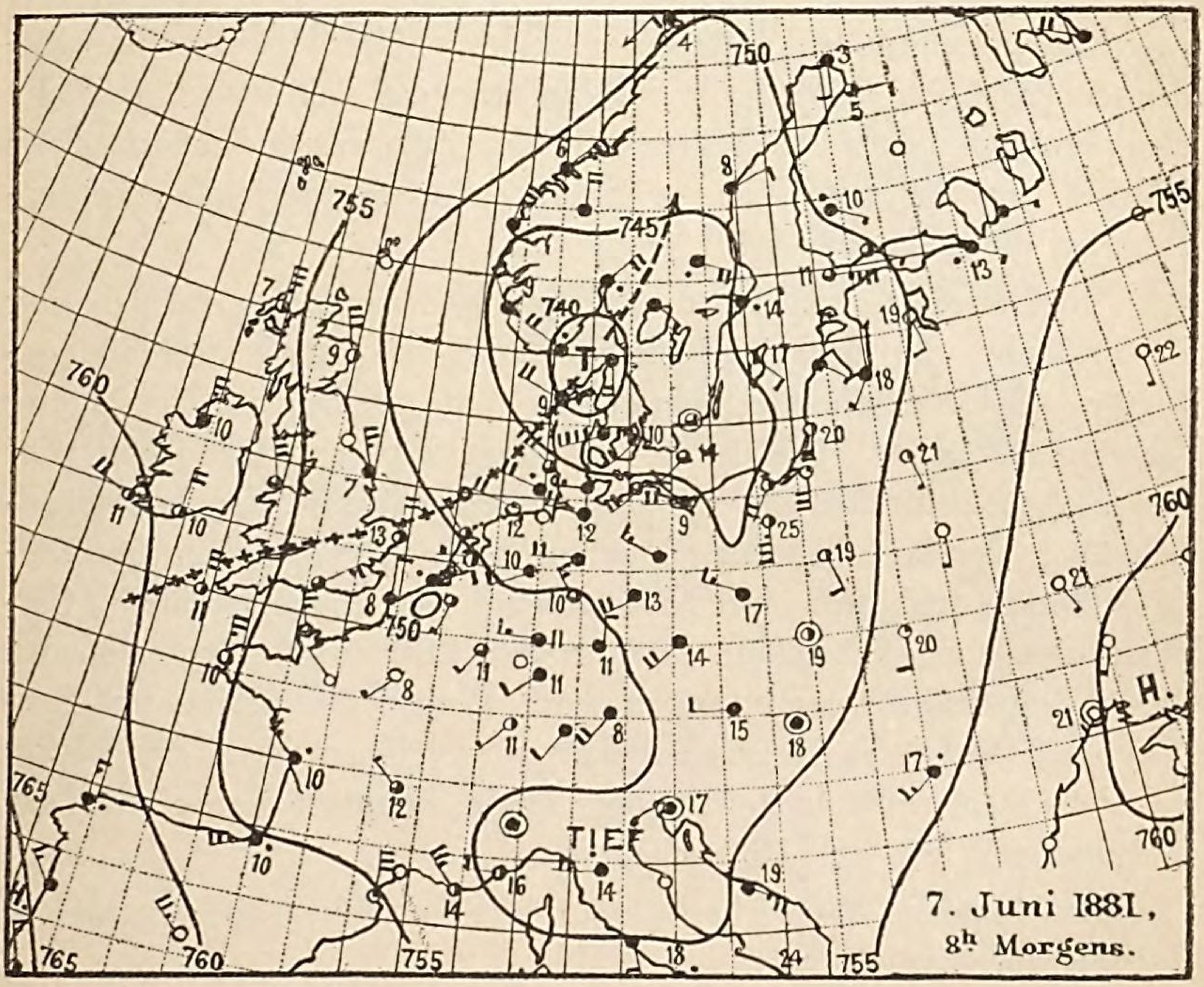


Fig. 52.

rückfälle, welche bekanntlich im Mai sehr häufig vorkommen und die wegen ihrer schädlichen Wirkung vom Landmanne so gefürchtet werden. Bei dieser Wetterlage werden die britischen Inseln und das westliche Frankreich von nördlichen und nordwestlichen Winden, die aus dem hohen Norden kommen, überstrichen, welche die östlicher gelegenen Gebietstheile von der oceanischen Circulation absperren, während hier continentale östliche und südöstliche Winde wehen, welche bei weiterem Fortschreiten der Cyclonen eine immer mehr nördliche Richtung annehmen. Erwägen wir ferner, dass,

wie schon oben hervorgehoben, ganz abweichend von den übrigen Zugstrassen, der Cyclone in der Regel keine zweite folgt, so kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die durch die Cyclonen der Zugstrasse Va hervorgerufene Abkühlung in der Regel einen grösseren Bestand hat, als dieses in den übrigen Fällen stattzufinden pflegt, ein Umstand, der für die Praxis von nicht unerheblicher Bedeutung ist.

Hervorzuheben ist, dass die Cyclonen der Zugstrassen Va und IV fast an derselben Stelle zuerst auftauchen und doch stehen beide Zugstrassen nahezu senkrecht auf einander. Aber dieselbe Verschiedenheit zeigt bei beiden die Vertheilung des Luftdrucks und der Temperatur, indem die Isobaren beider Zugstrassen nahezu einen Winkel von 90^0 mit einander bilden, während derjenige der Isothermen etwas kleiner ist.

Die Bewölkung ist für diese Zugstrasse ziemlich erheblich, nur im Frühjahr und Herbst ist sie für Nord- und Ostdeutschland geringer. Beim Erscheinen der Cyclonen im Westen ist das Wetter vorwiegend heiter, jedoch bei weiterem Fortschreiten jener wird dieses vorwiegend trübe. Die Regenarea erstreckt sich hauptsächlich über Frankreich, jedoch kommen auch im westlichen Deutschland häufige und ergiebige Niederschläge vor, dagegen bleibt Ostdeutschland meist trocken. Elektrische Entladungen kommen bei dieser Zugstrasse äusserst selten vor. Wegen der geringeren Entwickelung der dieser Strasse angehörigen Cyclonen pflegt das Wetter bei derselben ruhig zu sein, nur selten kommen starke oder gar stürmische Winde zur Entwickelung.

Die folgende Wetterkarte vom 30. November 1882 giebt ein Beispiel für diese Zugstrasse.

Das barometrische Maximum liegt auf dem Ocean westlich von Europa, ein zweites an der südlichen Küste von Finnland. Die Cyclone, von Schottland kommend, hat ihren Kern über Ostfrankreich. Ueber Westfrankreich wehen starke nördliche, über Westdeutschland leichte südöstliche bis nordöstliche Winde. Das Wetter ist trübe, nur im südlichen Nordseegebiete auf der Rückseite der Cyclone ist Aufklaren und heitere Witterung eingetreten. Die höchste Wärme herrscht über Südwesteuropa, von dort aus nimmt sie nach Nordost hin ab. Deutschland hat leichten Frost, im Nordosten herrscht strenge Kälte. Niederschläge sind in den letzten 24 Stunden auf den britischen Inseln, in Frankreich und in Südwest-

deutschland gefallen, in den folgenden 24 Stunden, in welchem Zeitraum die Cyclone südostwärts nach Italien hin fortschreitet, finden in Süddeutschland Schneefälle statt.

Zugstrasse Va, wärmere Jahreszeit. Diese Zugstrasse ist, wie bemerkt, in den eigentlichen Sommermonaten sehr selten. Das Luftdruckmaximum liegt im äussersten Südwesten Europas, während

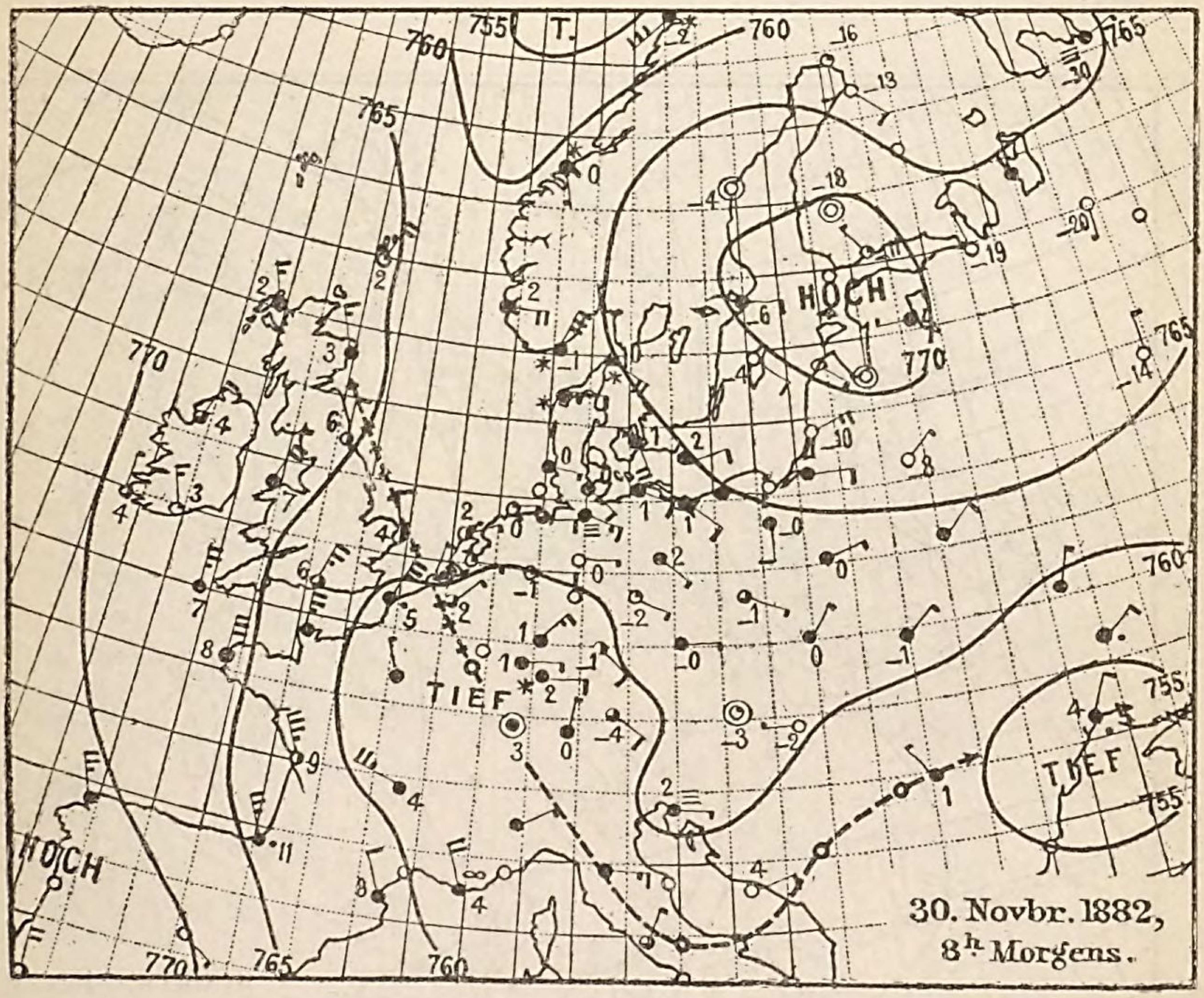


Fig. 53.

die Isobaren von Nordwest nach Südost, die Isothermen von Westnordwest nach Ostsüdost verlaufen. Charakteristisch für diese Zugstrasse ist das kühle, ziemlich heitere Wetter und die Seltenheit der Gewitter in ganz Deutschland.

Zugstrasse Vb, kältere Jahreszeit. Aehnlich wie bei Zugstrasse Va zeigt sich auch hier ein zweites barometrisches Maximum fast stets an derselben Stelle, und zwar westlich von den britischen Inseln, während die Isobaren auf der Ostseite des Minimums am dichtesten gedrängt sind. Es scheint das westliche Maximum in Beziehung zu stehen mit dem Zustandekommen dieser

Zugstrasse. Es wird hierdurch ein kalter Luftstrom über Central-Europa eingeleitet und so die für diese Zugstrasse günstige Temperaturvertheilung hergestellt. Die Isobaren verlaufen über Central-Europa nach Süd.

Sehr hübsch zeigt sich bei dieser Zugstrasse die oben angeführte Beziehung zwischen Temperaturvertheilung und Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen, wie bereits oben (Seite 290 ff.) schon dargelegt wurde.

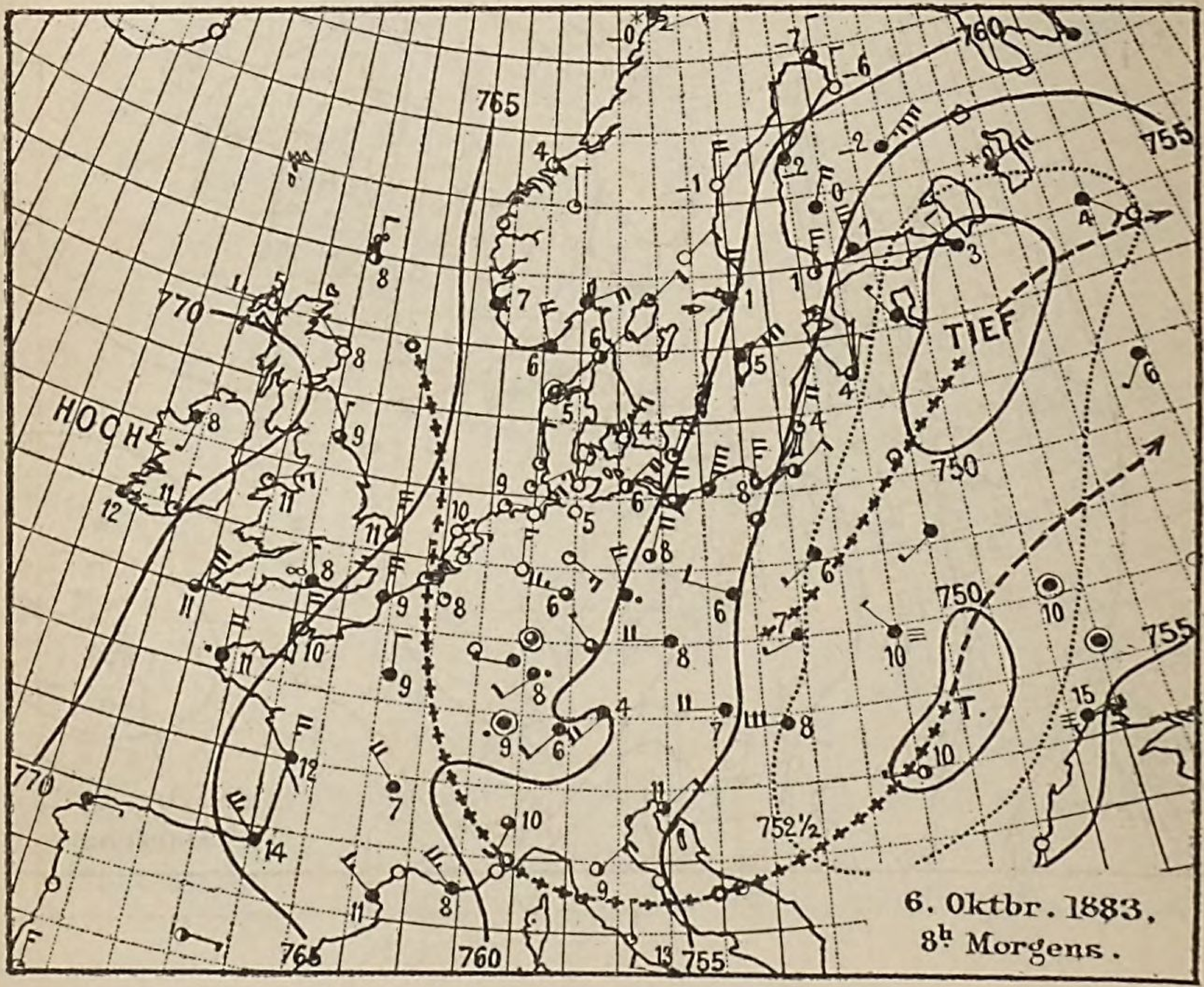


Fig. 51.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Zugstrassen Va und Vb mit einander in engster Beziehung stehen. Wenn diese Zugstrasse eingeschlagen wird, wird nicht selten fast ganz Mittel-Europa auf der West-, Süd- und Ostseite von einem Wall hohen Luftdruckes und hoher Temperatur umgeben, an deren Rande die Depressionen sich fortpflanzen, so dass es nicht selten vorkommt, dass eine Depression den ganzen Weg über Westfrankreich, Italien, Oesterreich-Ungarn nach den russischen Ostsee-Provinzen zurücklegt. Ein schönes Beispiel hierfür giebt eine Depression, welche schon

am 2. Januar 1878 südlich von Newfundland erkenntlich ist und die, am 6. bei den Far-Öern europäisches Gebiet betretend, in weitem, bis nach Triest hinführendem Bogen Central-Europa umzog und sich dann nach dem nordwestlichen Russland wandte.

Für Süd- und Ostdeutschland sind die Bewölkung und die Regenwahrscheinlichkeit sehr gross, das nordwestliche Deutschland wird weniger von dem Einflusse dieser Cyclonen berührt, das Wetter bleibt dort meist heiter, indessen ist daselbst die Regenwahrschein-

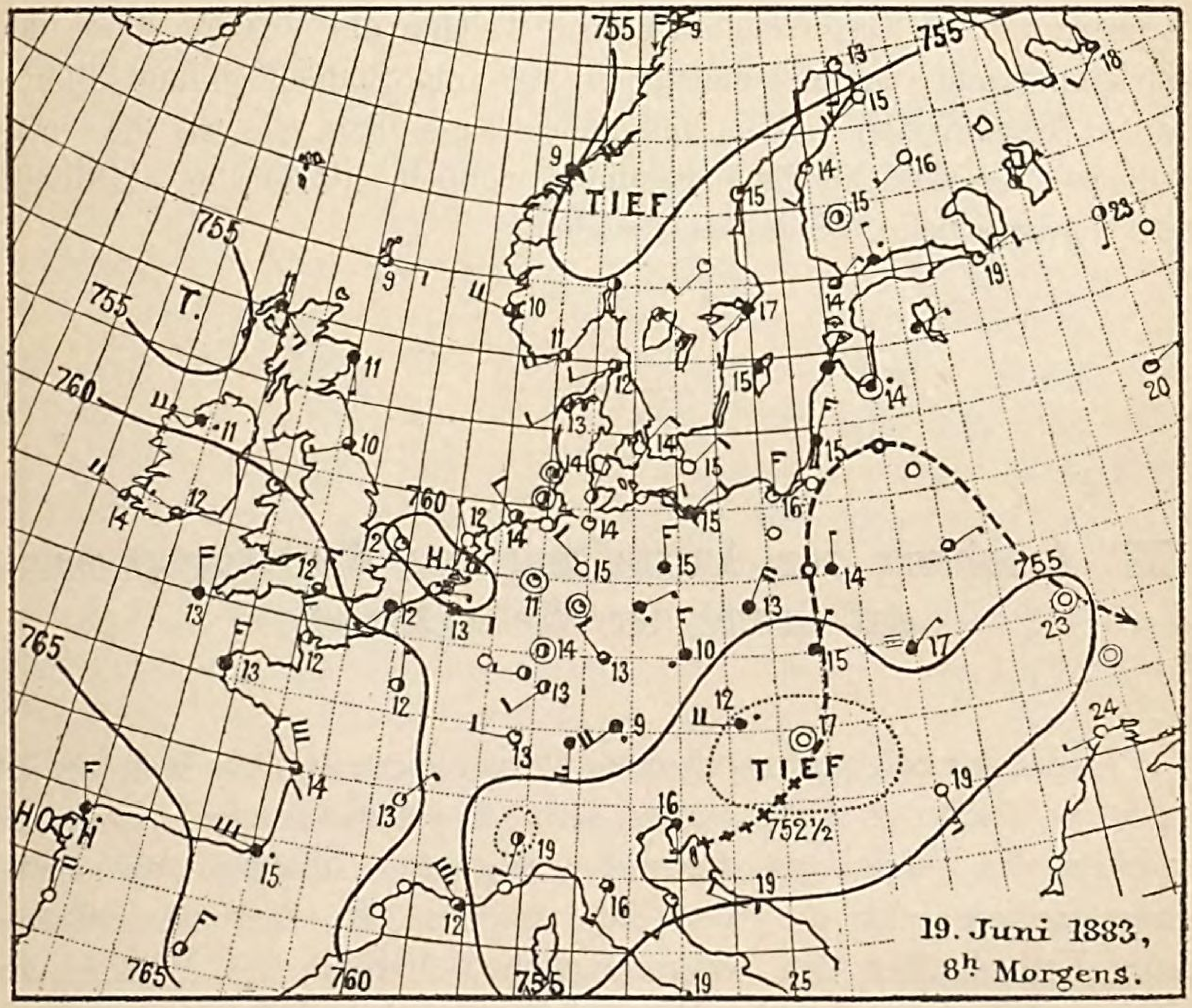


Fig. 55.

lichkeit noch ziemlich gross. Gewitter fehlen bei dieser Zugstrasse ganz.

Als Beispiel wähle ich die Wetterkarte vom 6. October 1883, welche ohne Weiteres verständlich sein dürfte.

Zugstrasse Vb, wärmere Jahreszeit. Die Lage der Isobaren und Isothermen ist ganz ähnlich wie in der kälteren Jahreszeit. Das zweite Maximum liegt etwas südlicher, häufig über dem Busen von Biscaya. Obgleich die Bewölkung keine sehr erhebliche ist, so ist doch die Abkühlung eine sehr bedeutende und ausgedehnte:

sie erstreckt sich über Skandinavien, Grossbritannien, insbesondere über Frankreich und Deutschland, während am schwarzen Meere ausserordentlich hohe Wärme herrscht.

Im Gegensatze zu den übrigen Zugstrassen ist bei dieser in der wärmeren Jahreszeit die Luftbewegung entschieden stärker als in der kälteren, bei Annäherung an unsere Küste haben wir frische nordöstliche und nördliche Winde zu erwarten. Gewitter sind bei dieser Zugstrasse ziemlich selten.

Auf unserer Wetterkarte vom 19. Juni 1883 liegt eine flache Depression über Oesterreich-Ungarn, welche am Vortage über der Adria entstanden ist und erzeugt in Ost- und Süddeutschland allenthalben Regenwetter. Am folgenden Tage liegt sie an der ostdeutschen Grenze, in Ostdeutschland vielfach stürmische nördliche und nordwestliche Winde verursachend.

III. Anleitung zur Aufstellung von Wetterprognosen auf Grund der Wetterkarten.

Wenn wir alle vorhergehenden Darlegungen gehörig berücksichtigen, so dürfte es nicht schwer sein, in jedem einzelnen Falle, in welchem die Vertheilung der meteorologischen Elemente auf grösserem Gebiete oder die Wetterlage gegeben ist, sich ein gegründetes Urtheil über den wahrscheinlichen Verlauf des Wetters zu bilden. Allerdings ist die Mannigfaltigkeit der Witterungserscheinungen so ausserordentlich gross, dass keine Wetterlage einer anderen vollkommen gleich ist, sehr oft kommen ganz unbedeutende, in den Wetterkarten kaum oder nicht erkennbare Störungen vor, die, sich rasch weiter entwickelnd und mit grosser Geschwindigkeit fortschreitend, alle unsere Vermuthungen täuschen, allein in den meisten Fällen lässt sich die Wetterlage mit einem bestimmten Typus vergleichen und sich ihre Aenderung im Grossen und Ganzen mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussehen. Vor allem ist auf die Vertheilung des Luftdrucks und der Temperatur Rücksicht zu nehmen, wenn in dem Bereiche der Wetterkarte irgendwo eine Depression

erscheint. Die oben angeführte Regel ist eine ebenso einfache als werthvolle Handhabe, um die Fortpflanzungsrichtung einer Cyclone mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit vorauszusehen, und wir haben dann noch zu beurtheilen, wie sich der Einfluss derselben auf die Witterungsphänomene der betreffenden Gegend äussern wird. Die Gewinnung dieses Urtheils ist in vielen Fällen ausserordentlich schwierig, indessen dürfte das oben dargelegte aus langjähriger Erfahrung und aus vielen Untersuchungen gesammelte Material manche wichtige Anhaltspunkte geben, deren Beachtung uns in Stand setzt, Schlüsse zu ziehen, die mit den nachfolgenden Thatbeständen meistens übereinstimmen.

Nicht minder wichtig bei Aufstellung der Wetterprognosen ist die aufmerksame Verfolgung der Witterungsvorgänge am Orte selbst, wie sie sich in dem Gang der meteorologischen Instrumente, in der Himmelsschau, insbesondere aber in den wechselnden Erscheinungen des Wolkenhimmels ausspricht. Ueber diese localen Erscheinungen und ihre Verwerthung für die Wetterprognose werde ich unten noch ausführlicher zu sprechen haben. Wir wollen hier nur bemerken, dass die Anlehnung dieser Localbeobachtungen an die allgemeine Wetterlage durchaus nothwendig ist, und dass ohne diese nennenswerthe Erfolge nicht erwartet werden können.

Um die Witterungserscheinungen und ihre Aenderungen nach bestimmten Gesichtspunkten gruppiren zu können, lehne ich sie an die vorhin besprochenen Zugstrassen an, welche die Cyclonen über Europa mit Vorliebe zu verfolgen pflegen, so dass also hauptsächlich die am meisten typischen Witterungserscheinungen in Betracht fallen, welche durch die vorhergehenden Wetterkarten illustrirt sind. Zur Charakterisirung der Einflüsse, welche die Cyclonen bei ihrem Erscheinen, bei ihrem Vorübergange und nach demselben auf das Wetter in unseren Gegenden ausüben, wurden, wie bereits bemerkt, die Zugstrassen I bis IV in 3 Theile getheilt, indem von den äussersten Punkten unserer Küste, also von Borkum und Memel, Senkrechte auf dieselben errichtet wurden, so dass der westlich gelegene Theil der Vorderseite (1. Tag), der mittlere dem Vorübergang (2. Tag) und der östlich gelegene Theil der Rückseite (3. Tag) entspricht (d. h. für Deutschland im Allgemeinen). Bei den Zugstrassen Va und Vb wurden nur die Positionen an der Ausgangsstelle (resp. Nordwest-Frankreich und Oesterreich-Ungarn) berücksichtigt. Hiernach wurden die meteorologischen Elemente nach noch näher anzugebender Methode in eine Tabelle eingetragen und hieraus die

Mittel berechnet und zwar für die kältere und wärmere Jahreszeit (October bis März resp. April bis September).

Diese Mittelwerthe geben ein anschauliches Bild der Witterungsvorgänge, wie sie sich successive vollziehen werden, wenn eine Cyclone auf einer gegebenen Zugstrasse fortschreitet, und kann also sofort zur Prognose für den folgenden und (ausser bei Va und Vb) für den zweitfolgenden Tag benutzt werden, wenn man aus den gegebenen Anzeichen zu dem Schlusse berechtigt ist, dass eine Cyclone auf einer der Zugstrassen sich bewegen wird.

Um beim Erscheinen einer Cyclone sich rasch orientiren und ein Urtheil gewinnen zu können, welche Zugstrasse dieselbe wahrscheinlich einschlagen wird, ist in den beigegebenen Kärtchen (Fig. 56 u. 57) die mittlere anfängliche Luftdruckvertheilung für jede einzelne Zugstrasse veranschaulicht und die Positionen, auf welche sich die mittlere Luftdruck- und Temperatur-Vertheilung bezieht, durch Punkte bezeichnet. Die eingeschriebenen Worte kalt, warm, normal bezeichnen die Gebiete, deren Temperatur unter oder über dem Durchschnittswerthe derselben Jahreszeit liegt oder demselben nahezu gleich ist.

Die Zugstrasse III, welche für die Witterungserscheinungen unserer Gegenden, namentlich für die Windverhältnisse an unserer Küste, ein besonderes Interesse hat, bietet, wie bereits bemerkt, zwei ausgesprochene Gruppen, die auch durch die Luftdruckvertheilung markirt sind (IIIa, IIIb); diese habe ich neben der Druckvertheilung der allgemeinen Zugstrasse noch besonders dargestellt und auch in der Tabelle gesondert behandelt.

Die beigegebenen Kärtchen beziehen sich alle auf den Zeitraum von 1876—80, die Tabellen auf den Zeitraum von 1876—1884 incl.

Zum Verständnisse der Tabelle ist noch Folgendes zu bemerken. Alle Angaben derselben beziehen sich auf die Wetterberichte der Seewarte von 8 Uhr Morgens, und sind nach den 3 Gebieten Deutschlands geschieden, so dass die Strecke Rügen—Saalethal ungefähr die Grenze zwischen Ost- und Westdeutschland, die Strecke Eifel bis Thüringerwald jene zwischen Nordwest- und Süddeutschland angiebt. Für Nordwestdeutschland wurden die Morgenbeobachtungen von 8, für Ostdeutschland von 6 und von Süddeutschland für 7 Stationen benutzt. Bei den verschiedenen Angaben wurden die einzelnen Fälle beigeschrieben, in welchen jene statthatten oder nicht, z. B.

kälter 11 : 3 bedeutet: in 11 Fällen trat Abkühlung ein, in 3 Erwärmung. Dabei wurde bei normaler oder wenig veränderter Temperatur die eine Hälfte zu „warm" (über dem Normalwerthe) resp. „wärmer", die andere zu „kühl" (unter dem Normalwerthe) resp. „kühler" gezählt. Aehnlich wurde mit der Bewölkung verfahren; hier wurde unterschieden 0—2 = heiter, 3 = wolkig, 4 = bedeckt und dann die Anzahl der Fälle wolkigen Wetters halb zu „heiter", halb zu „bedeckt" gerechnet. Die Fälle der Temperaturänderung beziehen sich alle auf die letzten 24 Stunden, dagegen diejenigen für Regen und Gewitter auf die folgenden 24 Stunden, alle übrigen auf den Moment der Beobachtung. Regen und Nebel wurden nur dann gerechnet, wenn diese Erscheinungen wenigstens an 2 Stationen vorkamen oder Regen an einer in erheblich grosser Menge.

Zwei Beispiele werden die Anlage der Tabelle vollständig klar machen.

Gesetzt, in einem bestimmten Falle lasse die Wetterkarte erwarten, dass ein eben erschienenes Minimum die Zugstrasse I verfolge und das barometrische Maximum läge über Südwesteuropa, dann würde die Prognose lauten (die mit + bezeichneten Zahlen geben die Anzahl der wahrscheinlichen Treffer, die mit — bezeichneten die Anzahl der verfehlten Prognosen*):

1) Für den folgenden Tag:

a) Für das nordwestliche Deutschland: Starke bis stürmische westliche und südwestliche Winde, warm (+ 14 1/2, — 1 1/2), meist wärmer als vor 24 Stunden (+ 8 1/2, — 7 1/2), meist heiter (+ 8 1/2, — 7 1/2), jedoch Regen (+ 12, — 4), kein Nebel (+ 15, — 1), kein Gewitter (+ 14, — 2);

b) für das südliche Deutschland: Frische westliche und südwestliche Winde, warm (+ 12, — 4), wärmer als vor 24 Stunden (+ 11, — 5), trübe (+ 9 1/2, — 6 1/2), Regen (+ 11, — 15), kein Nebel (+ 15, — 1), kein Gewitter (+ 16, — 0);

c) für das östliche Deutschland: Schwache westliche und südwestliche Winde, warm (+ 13 1/2, — 2 1/2), wärmer als

*) Man vergleiche die Wetterkarte vom 2. und 3. Januar 1880, oben Fig. 38 u. 39, welche den Vorübergang und die Rückseite der auf der betreffenden Zugstrasse fortschreitenden Cyclone veranschaulichen.

vor 24 Stunden (+ 11½, — 4½), trübe (+ 12, — 4), Regen (+ 12, — 4), kein Nebel (+ 16, — 0), kein Gewitter (+ 15, — 1). —

Wenn die Cyclone sich auf der Zugstrasse beim Vorübergange befindet.

2) Für den zweitfolgenden Tag:

a) Für das nordwestliche Deutschland: Starke bis stürmische westliche und südwestliche Winde, warm (+ 8½, — ½), kälter als vor 24 Stunden (+ 6, — 3), meist heiter (+ 5, — 4), jedoch Regen (+ 6, — 3), kein Nebel (+ 8, — 1), kein Gewitter (+ 9, — 0);

b) für das südliche Deutschland: Meist mässige südwestliche Winde, warm (+ 7, — 3), kälter als vor 24 Stunden (+ 5, — 4), meist heiter (+ 5, — 4) jedoch meist Regen + 5, — 4), kein Nebel (+ 7, — 2), kein Gewitter (+ 9, — 0);

c) für das östliche Deutschland: Schwache westliche und südwestliche Winde, warm (+ 8½, — ½), wärmer als vor 24 Stunden (+ 5½, — 3½), heiter oder trübe (+ 4½, — 4½), Regen + 6, — 3), kein Nebel (+ 7, — 2), kein Gewitter (+ 9, — 0).

Als Beispiel für die wärmere Jahreszeit nehmen wir den Fall, dass eine Cyclone die Zugstrasse IV verfolgt*), wir erhalten alsdann nach der Tabelle folgende Prognose:

1) Für den folgenden Tag:

a) Für das nordwestliche Deutschland: Starke südwestliche bis nordwestliche Winde, kühl (+ 22, — 5), kühler als vor 24 Stunden (+ 21, — 6), trübe (+ 15½, — 11½), Regen (+ 24, — 3), kein Gewitter (+ 19, — 8);

b) für das südliche Deutschland: Frische westliche Winde kühl (+ 15½, — 11½), kühler als vor 24 Stunden (+ 19½, — 7½), heiter (+ 22, — 5), jedoch Regen (+ 22, — 5), kein Gewitter (+ 16, — 11);

c) für das östliche Deutschland: Frische südliche und südwestliche Winde, warm (+ 17½, — 9½), wärmer als vor

*) Vergleiche die Wetterkarten vom 5., 6. und 7. Juni 1881 (Fig. 50, 51 und 52), in welchen die Vorderseite und der Vorübergang (7.) einer auf dieser Zugstrasse fortschreitenden Cyclone dargestellt ist.

24 Stunden (+ 17, — 10), heiter (+ 15½, — 11½), jedoch Regen (+ 25, — 2), kein Gewitter (+ 14, — 13).

Die Aufstellung der Prognose für den zweitfolgenden Tag dürfte hiernach leicht sein.

Ein Vergleich dieser Prognosen mit den in den Fussnoten angegebenen Wetterkarten zeigt in der That eine grosse Uebereinstimmung.

Bei Aufstellung der Prognosen und bei Beurtheilung der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens ist es nothwendig, die in der Tabelle eingeklammerten Zahlen zu berücksichtigen.

Ich mache wiederholt ausdrücklich darauf aufmerksam, dass die in der Tabelle enthaltenen Fälle typischen Erscheinungen angehören, die nur einen Theil der grossen Mannigfaltigkeit ausmachen. Die Verwerthung dieser Fälle für die Praxis dürfte schon an sich eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die ausübende Witterungskunde haben, indessen ist es möglich, aus diesem Material weitere Schlüsse abzuleiten und für andere bestimmte Fälle zu verwerthen. Uebrigens habe ich die volle Ueberzeugung, dass die von mir eingeschlagene Methode durchaus entwickelungsfähig ist und fordere angelegentlichst dazu auf, in dieser oder ähnlicher Weise systematisch die Wetterprognose auszubauen, jedenfalls wird uns dieses weiter führen, als das planlose Vergleichen der täglichen Wetterkarten.

Schema zur Beurtheilung der wahrscheinlich zu erwartenden

I. Kältere Jahreszeit

A. Ausgangsstelle westlich und nord-

a) **Maximum in Südost-Europa.** Häufigster Fall, gewöhnlich Ausbreitung des von Central-Spanien über Bayern nach dem Schwarzen Meere.

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	meist schwacher, südl. und südöstl. Wind; nicht stürmisch (20 : 0)	mässige, westl. und südwestliche Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	schwache, westl. u. südwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 13)	warm (16½ : 3½) wärmer (13 : 7)	warm (15½ : 3½) wärmer (14 : 5)	warm (10½ : 3½) wärmer (6½ : 7½)
S-	schwache Luftbewegung, variabel; nicht stürmisch (20 : 0)	schwache Luftbeweg., meist aus SW und W, nicht stürmisch (19 : 0)	schwache Luftbew., meist aus SW u. W; nicht stürmisch (14 : 0)	warm (12 : 8) wärm. od. kält. (10 : 10)	warm (15 : 4) wärmer (14 : 5)	warm (9½ : 4½) wärmer (8 : 6)
E-	schwache, südl. und südöstl. Winde; nicht stürmisch (20 : 0)	schwache, südw. bis südöstl. Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	schwache meist südwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 13)	warm (13½ : 6½) meist kälter (12 : 7)	warm (15½ : 3½) wärmer (12 : 7)	warm (10½ : 3½) wärmer (10 : 4)

b) **Maximum in Südwest-Europa.** (Spanien, Südfrankreich, Alpen.) Maximum ge- Axe: von Central-Spanien über Bayern nach dem Schwarzen Meere.

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	starke, südwestliche Winde; zuweilen stürmisch (3 : 13)	starke, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (5 : 11)	starke, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (3 : 7)	warm (13 : 3) wärmer (12 : 4)	warm (14½ : 1½) meist wärmer (8½ : 7½)	warm (8½ : ½) kälter (6 : 3)
S-	schwache, meist westl. u. südwestl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	frische, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (2 : 14)	meist mässige, südwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 9)	warm (10½ : 5½) wärmer (10 : 6)	warm (12 : 4) wärmer (11 : 5)	warm (7 : 3) kälter (5 : 4)
E-	schwache, südl. u. südwestl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	mässige, südwestl. bis westl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	schwache, westl. u. südwestl. Winde; nicht stürmisch (10 : 0)	warm (10½ : 5½) meist kälter (8½ : 7½)	warm (13½ : 2½) wärmer (11½ : 4½)	warm (8½ : ½) wärmer (5½ : 3½)

c) **Maximum in Central-Europa.** Lage der continentalen Axe: durch Frankreich und

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0)	meist schwache Winde, vorwiegend aus S; nicht stürmisch (11 : 0)	frische westl. u. südwestl. Winde, selten stürmisch (1 : 7)	warm (7 : 4) kälter (8 : 3)	warm (6½ : 4½) meist wärmer (6 : 5)	warm (7½ : ½) wärmer (7 : 1)
S-	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0) still	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0) still	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (8 : 0) still	warm (7 : 4) kälter (8 : 3)	meist warm (6 : 5) kälter (8½ : 2½)	warm (6 : 2) wärmer (5 : 3)
E-	mässige, westl. und nordwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 10)	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0)	mässige, zuweilen starke (3 : 8) westl. u. südw. Winde; nicht stürmisch (8 : 0)	warm (8 : 3) meist kälter (6½ : 4½)	warm (8 : 3) kälter (8 : 3)	warm (7 : 1) meist wärmer (4½ : 3½)

Witterung für Deutschland und angrenzende Länder (1876—84).
(October bis März).

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.

westlich von Schottland. ***(Zugstrasse I.)***

continentalen asiatischen Maximums nach W hin. Mittlere Lage der continentalen Axe Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
trübe (11½ : 8½) Regen (15 : 5) Nebel (10 : 10) kein Gewitter (19 : 1)	heiter (11½ : 7½) Regen (13 : 6) kein Nebel (12 : 7) kein Gewitter (16 : 3)	heiter (8 : 6) Regen (9 : 5) kein Nebel (11 : 3) kein Gewitter (13 : 1)	Häufige Lostrennung eines Maximums, so dass ein Maximum über der Alpengegend, ein anderes über Ungarn liegt.
heiter (19 : 1) Regen (11 : 9) kein Nebel (12 : 8) kein Gewitter (19 : 1)	heiter (10½ : 8½) Regen (13 : 6) kein Nebel (13 : 6) kein Gewitter (19 : 0)	heit. od. trübe (7 : 7) Regen (8 : 6) kein Nebel (8 : 6) kein Gewitter (14 : 0)	
trübe (19 : 1) trocken (13 : 7) kein Nebel (16 : 4) kein Gewitter (20 : 0)	trübe (10½ : 8½) wenig Regen (10 : 9) kein Nebel (19 : 0) kein Gewitter (19 : 0)	trübe (10 : 4) etwas Regen (8 : 6) kein Nebel (14 : 0) kein Gewitter (14 : 0)	

wöhnlich Ausbreitung desjenigen bei den Azoren. Mittlere Lage der continentalen Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE und E.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
trübe (10 : 6) Regen (14 : 2) kein Nebel (14 : 2) kein Gewitter (12 : 4)	meist heiter (8½ : 7½) Regen (12 : 4) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (14 : 2)	meist heiter (5 : 4) Regen (6 : 3) kein Nebel (8 : 1) kein Gewitter (9 : 0)	Breitet sich der hohe Luftdruck im Rücken der Depression nordwestl. nach Frankreich und Gr.-Britann. aus, dann Abkühlung im NW, südostw. fortschreitend. Nicht selten entwickeln sich auf der Südseite Theildepressionen, dann nordwestliche Winde mit rascher Abkühlung und nicht selten Gewitter im Nordwesten.
theil. heiter (8½ : 7½) Regen (10 : 6) kein Nebel (10 : 6) kein Gewitter (15 : 1)	trübe (9½ : 6½) Regen (11 : 5) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (16 : 0)	meist heiter (5 : 4) meist Regen (5 : 4) kein Nebel (7 : 2) kein Gewitter (9 : 0)	
trübe (9 : 7) Regen (12 : 4) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (16 : 0)	trübe (12 : 4) Regen (12 : 4) kein Nebel (16 : 0) kein Gewitter (15 : 1)	heit. od. trübe (4½ : 4½) Regen (6 : 3) kein Nebel (7 : 2) kein Gewitter (9 : 0)	

Deutschland. Verlauf der Isobaren über dem Nord- und Ostseegebiet nach NE und E.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
meist trübe (6 : 5) trocken (10 : 1) Nebel (6 : 5) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (7 : 4) meist Regen (6 : 5) Nebel (8 : 3) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (8 : 0) trocken (5 : 3) Neb. od. kein N. (4 : 4) kein Gewitter (8 : 0)	Enthaltend 3 Fälle aus dem sehr strengen Winter 1879/80.
trübe od. heit. (5½ : 5½) trocken (9 : 2) Nebel (6 : 5) kein Gewitter (11 : 0)	meist trübe (6 : 5) trocken (11 : 0) Nebel (9 : 2) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (6 : 2) trocken (5 : 3) Nebel (6 : 2) kein Gewitter (8 : 0)	
trübe (8 : 3) trocken (9 : 2) kein Nebel (6 : 5) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (7 : 4) trocken (10 : 1) Nebel (7 : 4) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (6½ : 1½) trocken (5 : 3) Neb. od. kein N. (4 : 4) kein Gewitter (8 : 0)	

B. Ausgangsstelle nördlich, insbesondere

Maximum in Südfrankreich und Spanien. Lage der continentalen Axe: Isobaren über Central-

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	starke, südwestl. Winde, zuweilen stürmisch (4 : 23)	starke bis stürm. westliche u. nordwestl. Winde; häuf. stürmisch (11 : 13)	starke, westliche und nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (5 : 20)	warm (20 : 7) wärmer (20 : 10)	warm (18 : 4) wärmer (15½ : 7½)	warm (15½ : 5½) kälter (17 : 8)
S-	starke, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (4 : 23)	starke, westliche und südwestliche Winde; zuweilen stürmisch (5 : 19)	schwache oder mässige, südwestl. Winde; selten stürmisch (2 : 23)	warm (19 : 8) wärmer (21½ : 8½)	warm (17 : 5) wärmer (14½ : 8½)	warm (15½ : 5½) kälter (16½ : 8½)
E-	mässige u. frische, südl. u. westliche Winde; selten stürmisch (2 : 25)	frische und starke südwestliche Winde; zuweilen stürmisch (4 : 20)	starke, südwestl. bis nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (7 : 18)	warm (18½ : 8½) wärmer (19½ : 10½)	warm (19½ : 2½) wärmer (17½ : 5½)	warm (17½ : 3½) kälter (15 : 10)

C. Ausgangsstelle nördlich und östlich

a) **Maximum in Spanien und über Biscayischem Busen.** Lage der continentalen nach ESE.

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	mässige, südwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 11)	starke, westliche und nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (3 : 9)	schwache, nordwestl. bis nordöstl. Winde; nicht stürmisch (13 : 0)	warm (9½ : 2½) kälter (8 : 4)	warm (10½ : 1½) wärmer (8½ : 3½)	warm (8½ : 4½) kälter (10 : 3)
S-	mässige, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (2 : 10)	starke, westliche und südwestliche Winde; vielfach stürmisch (6 : 6)	starke, westliche Winde, zuweilen stürmisch (3 : 10)	warm (9½ : 2½) wärmer (7½ : 4½)	warm (10½ : 1½) meist wärmer (6½ : 5½)	warm (9 : 4) kälter (11 : 2)
E-	mässige, nordwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 11)	mässige, südliche und südwestliche Winde; nicht stürmisch (12 : 0)	frische, nordwestl. bis nordöstliche Winde; selten stürmisch (1 : 12)	warm (8½ : 3½) kälter (8½ : 3½)	warm (9½ : 2½) kälter (8½ : 3½)	kalt (7½ : 5½) kälter (10 : 3)

b) **Maximum in Spanien.** Lage der continentalen Axe: durch Madrid, München,

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	frische, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (2 : 9)	starke, westliche und nordwestliche Winde; vielfach stürmisch (5 : 6)	mässige, nordwestliche Winde; selten stürmisch (1½ : 8½)	warm (7 : 3) wärmer (8½ : 2½)	warm (6 : 3) meist kälter (6 : 4)	kalt (6 : 2) kälter (9½ : ½)
S-	mässige, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 10)	starke, westliche Winde; vielfach stürmisch (5 : 6)	mässige, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (1½ : 8½)	kalt (6 : 4) wärmer (8 : 3)	warm (7½ : 2½) wärmer (8½ : 2½)	warm od. kalt (4 : 4) meist kälter (5½ : 4½)
E-	schwache, südöstl. bis westliche Winde; selten stürmisch (½ : 10½)	mässige, südliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (0 : 11)	frische, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 9)	meist warm (5½ : 4½) wärmer oder kälter (5½ : 5½)	warm (8½ : 1½) wärmer (8½ : 2½)	kalt (5 : 3) kälter (7½ : 2½)

Wetter			
Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.

nordöstlich von Schottland. *(Zugstrasse II.)*

durch Biarritz, München, Charkow, südwärts sich verschiebend. Verlauf der Europa nach E.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
trübe (23½ : 6½)	trübe (13½ : 10½)	heiter (15 : 10)	Häufig schwere Stürme, die sich der Küste entlang ausbreiten.
Regen (28 : 2)	Regen (21 : 3)	Regen (19 : 6)	
kein Nebel (24 : 6)	kein Nebel (22 : 2)	kein Nebel (21 : 4)	
kein Gewitter (29 : 1)	kein Gewitter (23 : 1)	kein Gewitter (25 : 0)	
trübe (22½ : 7½)	trübe (16½ : 7½)	trübe (17½ : 7½)	
Regen (22 : 8)	Regen (19 : 5)	Regen (17 : 8)	
kein Nebel (25 : 5)	kein Nebel (20 : 4)	kein Nebel (19 : 6)	
kein Gewitter (30 : 0)	kein Gewitter (23 : 1)	kein Gewitter (25 : 0)	
trübe (20½ : 9½)	trübe (18 : 6)	trübe (16 : 9)	
Regen (25 : 5)	Regen (20 : 4)	Regen (20 : 5)	
kein Nebel (26 : 4)	kein Nebel (23 : 1)	kein Nebel (21 : 4)	
Gewitter (30 : 0)	Gewitter (24 : 0)	Gewitter (25 : 0)	

von Schottland. *(Zugstrasse III.)*

Axe: durch Oporto, Clermont, Lesina. Verlauf der Isobaren über Central-Europa (**Gruppe IIIa.**)

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
trübe (7 : 5)	heiter (6½ : 5½)	meist trübe (7 : 6)	Charakteristisch durch unbeständiges Wetter, häufige Regen- und Schneeschauer für Deutschland, niedere Temperaturen für Nord- und Ost-Europa, dagegen ziemlich hohe Wärme für Frankreich und Deutschland, Isothermen nach SE verlaufend. In Nordwestdeutschland nicht selten stürmische Böen aus NW. Kommt fast nur in der kälteren Jahreszeit vor.
Regen (12 : 0)	Regen (11 : 1)	Regen (9 : 4)	
kein Nebel (11 : 1)	kein Nebel (12 : 0)	kein Nebel (13 : 0)	
kein Gewitter (10 : 2)	kein Gewitter (10 : 2)	kein Gewitter (13 : 0)	
trübe (9 : 3)	trübe (9½ : 2½)	trübe (10½ : 2½)	
Regen (12 : 0)	Regen (11 : 1)	Regen (11 : 2)	
kein Nebel (12 : 0)	kein Nebel (12 : 0)	kein Nebel (13 : 0)	
kein Gewitter (11 : 1)	kein Gewitter (12 : 0)	kein Gewitter (13 : 0)	
trübe (9½ : 2½)	trübe (10 : 2)	trübe (9 : 4)	
Regen (11 : 1)	Regen (12 : 0)	Regen (12 : 1)	
kein Nebel (10 : 2)	kein Nebel (11 : 1)	kein Nebel (11 : 2)	
kein Gewitter (12 : 0)	kein Gewitter (12 : 0)	kein Gewitter (12 : 1)	

Moskau. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach E. (**Gruppe IIIb.**)

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
meist trübe (6 : 5)	trübe (8½ : 2½)	trübe (6 : 4)	Im Gegensatze zu IIIa herrscht über NE- und E-Europa verhältnissmässig mildes Wetter, dagegen liegt in SW- und W-Europa die Temperatur unter der normalen; die Isothermen verlaufen westostwärts. Wetter wie bei IIIa. Kommt ebenfalls fast nur in der kälteren Jahreszeit vor.
Regen (11 : 0)	Regen (10 : 1)	Regen (9 : 1)	
kein Nebel (10 : 1)	kein Nebel (11 : 0)	kein Nebel (9 : 1)	
kein Gewitter (7 : 4)	kein Gewitter (8 : 3)	kein Gewitter (8 : 2)	
heiter (7 : 4)	trübe (9½ : 1½)	trübe (6 : 4)	
Regen (9 : 2)	Regen (11 : 0)	Regen (10 : 0)	
kein Nebel (11 : 0)	kein Nebel (10 : 1)	kein Nebel (10 : 0)	
kein Gewitter (11 : 0)	kein Gewitter (11 : 0)	kein Gewitter (9 : 1)	
meist trübe (6 : 5)	trübe (8 : 3)	trübe (6 : 4)	
Regen (10 : 1)	Regen (10 : 1)	Regen (10 : 0)	
kein Nebel (11 : 0)	kein Nebel (11 : 0)	kein Nebel (10 : 0)	
kein Gewitter (11 : 0)	kein Gewitter (11 : 0)	kein Gewitter (10 : 0)	

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.

D. Ausgangsstelle: Kanal und

Maximum im äussersten Südosten Europas. Lage der continentalen Axe: im

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige, südöstl. bis südwestliche Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	starke, südwestl. bis nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (4 : 10)	mässige, westliche und nordwestl. Winde; nicht stürmisch (15 : 0)	warm (9 : 6) wärmer (8½ : 7½)	warm (11 : 3) wärmer (10 : 4)	warm (8½ : 5½) kälter (10½ : 5½)
S-	schwache, südwestl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	frische, südwestliche Winde; nicht stürmisch (13 : 1)	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (14 : 1)	warm (11 : 4) meist wärmer (9 : 7)	warm (13½ : ½) wärmer (9½ : 4½)	warm (9½ : 4½) kälter (12 : 4)
E-	mässige, südöstl. bis südwestliche Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	mässige, südöstl. bis südwestliche Winde; nicht stürmisch (14 : 0)	starke, nach Nordwest drehende Winde; zuweilen stürmisch (3 : 12)	meist warm (8 : 7) meist kälter (8½ : 7½)	warm (11 : 3) wärmer (10½ : 3½)	warm (11½ : 2½) meist wärmer (9 : 7)

E. Ausgangsstelle: Nordwest-

Maximum über dem Ocean, südwestlich von den britischen

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache, südöstl. und östl. Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	meist schwache, östliche Winde; nicht stürmisch (18 : 1)		kalt (12 : 7) kälter (14 : 5)	kalt (14 : 5) wärmer (11 : 8)	
S-	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (19 : 0)	mässige, meist östl. und nordöstl. Winde; nicht stürmisch (19 : 0)		meist warm (10 : 9) kälter (11½ : 7½)	kalt (12 : 7) kälter (14 : 5)	
E-	meist schwache Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	schwache meist östliche Winde; nicht stürmisch (19 : 0)		meist warm (10 : 9) kälter (13½ : 5½)	meist kalt (11½ : 7½) kälter (13½ : 5½)	

F. Ausgangsstelle: Oesterreich-

Maximum in Ost-Russland. Verlauf der

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache, variable Luftbewegung; nicht stürmisch (15 : 0)	schwache, variable Luftbewegung; nicht stürmisch (15 : 0)		kalt (10 : 3) kälter (9 : 6)	kalt (11 : 2) kälter (11½ : 3½)	
S-	schwache, variable Luftbewegung; nicht stürmisch (15 : 0)	schwache, meist nördliche Winde; nicht stürmisch (15 : 0)		kalt (9½ : 3½) kälter (11½ : 3½)	kalt (11 : 2) kälter (12 : 3)	
E-	schwache, meist östliche Winde; nicht stürmisch (15 : 0)	mässige, meist nordöstliche Winde; nicht stürmisch (15 : 0)		warm od. kalt (6½ : 6½) kälter (11 : 4)	meist kalt (7½ : 5½) kälter (9 : 6)	

Wetter			Bemerkungen.
Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	

England. *(Zugstrasse IV.)*

äussersten Südosten Europas. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE.

trübe (11½ : 4½) Regen (16 : 0) kein Nebel (12 : 4) kein Gewitter (13 : 3)	trübe (8½ : 5½) Regen (12 : 2) kein Nebel (13 : 1) kein Gewitter (13 : 1)	meist heiter (8½ : 7½) Regen (11 : 5) kein Nebel (13 : 3) kein Gewitter (14 : 2)	Charakteristisch ist das gleichzeitige Vorhandensein eines zweiten Minimums über Finnland beim Erscheinen der Depression. Einige für unsere Küste sehr schwere Stürme gehören diesem Typus an.
heiter (8½ : 7½) Regen (15 : 1) kein Nebel (12 : 4) kein Gewitter (15 : 1)	meist trübe (8 : 6) Regen (12 : 2) kein Nebel (14 : 0) kein Gewitter (14 : 0)	meist trübe (8½ : 7½) Regen (14 : 2) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (14 : 2)	
meist trübe (8½ : 7½) Regen (13 : 3) kein Nebel (13 : 3) kein Gewitter (16 : 0)	trübe (12 : 2) Regen (14 : 0) kein Nebel (13 : 1) kein Gewitter (14 : 0)	trübe (12 : 4) Regen (15 : 1) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (16 : 0)	

Frankreich. *(Zugstrasse Va.)*

Inseln. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach N.

meist heiter (10 : 9) Regen (12 : 7) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)	meist heiter (12 : 7) meist Regen (10 : 9) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)		Zweites Maximum gewöhnlich über Finnland. Abweichend von den übrigen Zugstrassen folgt der Depression meist keine zweite (in 100 Fällen 14 Mal nicht), so dass die durch V a hervorgerufene Abkühlung sich meistens fortsetzt. Kommt in den eigentlichen Sommermonaten nicht vor.
trübe (12½ : 6½) Regen (11 : 8) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)	meist trübe (10 : 9) Regen (14 : 5) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)		
trübe (12 : 7) meist trocken (10 : 9) kein Nebel (17 : 2) kein Gewitter (19 : 0)	trübe (14½ : 4½) meist trocken (10 : 9) kein Nebel (16 : 3) kein Gewitter (19 : 0)		

Ungarn. *(Zugstrasse Vb).*

Isobaren über Central-Europa nach S.

heiter (9½ : 5½) Regen (11 : 4) kein Nebel (14 : 1) kein Gewitter (15 : 0)	heiter (11½ : 3½) Regen (10 : 5) kein Nebel (15 : 0) kein Gewitter (15 : 0)		Zweites Maximum gewöhnlich westlich von den britischen Inseln. Charakteristisch ist die ausserordentlich hohe Wärme über SE-Europa, und die beträchtliche Kälte über W- und NW-Europa, woran sich Deutschland betheiligt.
trübe (12½ : 2½) Regen (14 : 1) kein Nebel (12 : 3) kein Gewitter (15 : 0)	meist trübe (8 : 7) Regen (14 : 1) kein Nebel (14 : 1) kein Gewitter (15 : 0)		
trübe (11 : 4) Regen (13 : 2) kein Nebel (8 : 7) kein Gewitter (15 : 0)	trübe (13½ : 1½) Regen (14 : 1) kein Nebel (14 : 1) kein Gewitter (15 : 0)		

Schema der wahrscheinlich zu erwartenden Witterung für Deutschland

II. Wärmere Jahreszeit

Distrikt	Wind			Temperatur		
	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.

A. Ausgangsstelle westlich und nordwestlich

a) **Maximum über Süd- und Südwest-Europa.** Mittlere Lage der continentalen Axe:

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige südwestliche Winde	mässige südwestliche Winde	schwache westl. bis südwestl. Winde	warm (11 : 6) wärmer (10½ : 6½)	warm (8½ : 7½) kühler (9 : 7)	kühl (10½ : 4½) kühler (9 : 6)
S-	schwache westliche Winde	schwache Luftbewegung	schwache Luftbewegung	warm (9½ : 7½) wärmer (10 : 7)	warm (9 : 7) kühler (8½ : 7½)	kühl (8 : 7) kühler (8 : 7)
E-	schwache Luftbewegung	mässige südwestliche Winde	schwache südwestl. bis nordwestliche Winde	warm (12 : 5) wärmer (10 : 7)	warm (11 : 5) wärmer (8½ : 7½)	warm (9½ : 5½) wärmer (8 : 7)

b) **Maximum über Central-Europa.** Häufigster Fall, mittlere Lage der continen-
gebiete nach

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache südliche und südwestliche Winde	schwache südwestliche und südöstliche Winde	schwache westliche Winde	warm (12 : 10) unveränd. (11 : 11)	warm (12½ : 6½) wärmer (15 : 4)	warm (8 : 7) wärmer (9 : 6)
S-	schwache östliche Winde	schwache Luftbewegung	schwache nordöstliche Winde	warm (11½ : 10½) unveränd. (11 : 11)	warm (12½ : 6½) wärmer (13½ : 5½)	kühl (8 : 7) wärmer (9 : 6)
E-	schwache westl. und nordwestliche Winde	schwache westliche Winde	schwache bis frische westliche Winde	warm (13 : 9) kühler (11½ : 10½)	warm (12½ : 6½) wärmer (12½ : 6½)	warm (11 : 4) wärmer (9 : 6)

B. Ausgangsstelle nördlich und nordöstlich

Maximum über dem Biscayischen Busen und Frankreich. Mittlere Lage der
Verlauf der

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige südwestliche Winde	frische westliche Winde	mässige westliche Winde	kühl (11½ : 2½) kühler (8½ : 5½)	kühl (8 : 6) unveränd. (7 : 7)	kühl (8 : 4) wärmer (7½ : 4½)
S-	schwache südwestliche Winde	mässige westliche und südwestliche Winde	schwache Luftbewegung	kühl (9½ : 4½) kühler (8½ : 5½)	kühl (10 : 4) kühler (8 : 6)	kühl (8 : 4) wärmer (7½ : 4½)
E-	schwache südliche bis westl. Winde	schwache südwestl. und westliche Winde	mässige westliche und nordwestliche Winde	kühl (8 : 6) kühler (9½ : 4½)	kühl (9 : 5) kühler (7½ : 6½)	kühl (9½ : 2½) kühler (8 : 4)

und angrenzende Länder auf Grundlage von Wetterkarten (1876—84).
(April bis September).

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.
von Schottland. *(Zugstrasse I.)* durch Madrid, München und Moskau. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE.			
heiter (11 : 6) Regen (12 : 5) kein Gewitter (11 : 6)	heiter (9 : 7) Regen (12 : 4) kein Gewitter (12 : 4)	heiter (13½ : 1½) trocken (10 : 5) kein Gewitter (13 : 2)	Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach NE. Regenfälle, insbesondere auf der Vorderseite.
heiter (11 : 6) Regen (11 : 6) kein Gewitter (12 : 5)	heiter (12½ : 3½) trocken (9 : 7) kein Gewitter (12 : 4)	heiter (10 : 5) trocken (8 : 7) kein Gewitter (10 : 5)	
heiter (10 : 7) Regen (10 : 7) kein Gewitter (13 : 4)	heiter (10½ : 5½) trocken (9 : 7) kein Gewitter (15 : 1)	heiter (11 : 4) trocken (9 : 6) kein Gewitter (13 : 2)	
talen Axe: über Deutschland. Verlauf der Isobaren über dem Nord- und Ostsee- NE und E.			
heiter (16½ : 5½) trocken (16 : 6) kein Gewitter (17 : 5)	heiter (16 : 3) trocken (13 : 6) kein Gewitter (15 : 4)	heiter (9½ : 5½) trocken (9 : 6) kein Gewitter (10 : 5)	Charakteristische Situation für heisse Sommer. Regenfälle seltener als im vorigen Falle.
heiter (15½ : 6½) trocken (16 : 6) kein Gewitter (19 : 3)	heiter (15 : 4) trocken (13 : 6) kein Gewitter (15 : 4)	heiter (14 : 1) trocken (10 : 5) kein Gewitter (13 : 2)	
heiter (20 : 2) trocken (17 : 5) kein Gewitter (17 : 5)	heiter (18½ : ½) trocken (14 : 5) kein Gewitter (13 : 6)	heiter (13 : 2) trocken (11 : 4) kein Gewitter (11 : 4)	
von Schottland. *(Zugstrasse II.)* continentalen Axe: von Nordwest-Spanien durch Ile d'Aix, Karlsruhe und Breslau. Isobaren nach E.			
heiter (7½ : 6½) Regen (11 : 3) kein Gewitter (9 : 5)	heiter (8 : 6) Regen (9 : 5) kein Gewitter (12 : 2)	heiter (8½ : 3½) Regen (8 : 4) kein Gewitter (10 : 2)	Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach ENE. Häufig entwickeln sich auf der Südseite secundäre Depressionen, die gewöhnlich Gewitter mit Niederschlägen veranlassen.
trübe (8½ : 5½) Regen od. trock. (7 : 7) kein Gewitter (11 : 3)	heiter (11 : 3) Regen (10 : 4) kein Gewitter (12 : 2)	heiter (6½ : 5½) trocken (7 : 5) kein Gewitter (8 : 4)	
heiter od. trübe (7 : 7) Regen od. trock. (7 : 7) kein Gewitter (9 : 5)	heiter (11 : 3) Regen (9 : 5) kein Gewitter (10 : 4)	heiter (7 : 5) Reg. od. trock. (6 : 6) kein Gewitter (9 : 3)	

Distrikt	Wind			Temperatur		
	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.

C. Ausgangsstelle Irland, England

Maximum im äussersten Südosten Europas. Mittlere Lage der continentalen Axe:

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige südöstliche bis südwestliche Winde	starke südwestl. bis nordwestl. Winde	mässige westliche bis nordwestl. Winde.	warm (16 : 11) wärmer (20 : 7)	kühl (22 : 5) kühler (21 : 6)	kühl (16½ : 3½) kühler (13 : 7)
S-	mässige südwestliche Winde	frische westliche Winde	schwache westliche Winde	warm (16½ : 10½) wärmer (16½ : 10½)	kühl (15½ : 11½) kühler (19½ : 7½)	kühl (15 : 5) kühler (15½ : 4½)
E-	schwache südöstliche und südliche Winde	frische südl. und südwestl. Winde	mässige westliche und nordwestl. Winde	warm (14 : 13) wärmer (16 : 11)	warm (17½ : 9½) wärmer (17 : 10)	kühl (12 : 8) kühler (17½ : 2½)

D. Ausgangsstelle Nordwest-

Maximum im äussersten Südwesten Europas.

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache östl. und südöstl. Winde	schwache östliche Winde		kühl (6 : 3) wärmer (7 : 2)	kühl (7 : 2) kühler (5 : 4)	
S-	schwache Luftbewegung	schwache nordöstliche Winde		kühl (5 : 4) wärmer (7 : 2)	kühl (6½ : 2½) kühler (5½ : 3½)	
E-	schwache östliche Winde	schwache östliche Winde		kühl (8 : 1) wärmer (6½ : 2½)	kühl (7 : 2) unveränd. (4½ : 4½)	

E. Ausgangsstelle in Oesterreich-

Maximum in Russland. Verlauf der

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache Luftbewegung	schwache Luftbewegung		kühl (13½ : ½) kühler (9 : 5)	kühl (15 : 0) kühler (8½ : 6½)	
S-	schwache Luftbewegung	mässige westliche Winde		kühl (13 : 1) kühler (10 : 4)	kühl (14 : 1) kühler (9½ : 5½)	
E-	schwache nordöstliche Winde	mässige nördliche und nordöstliche Winde		kühl (10 : 4) unveränd. (7 : 7)	kühl (14 : 1) kühler (12 : 3)	

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.

und Canal. *(Zugstrasse IV.)*

im äussersten Südosten Europas. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach ENE.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
trübe (17 : 10) Regen (27 : 0) Gewitter (15 : 12)	trübe (15½ : 11½) Regen (24 : 3) kein Gewitter (19 : 8)	heit. od. trübe (10 : 10) Regen (16 : 4) kein Gewitter (18 : 2)	Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach ENE. Charakteristisch ist das kühle Wetter bei grosser Regenwahrscheinlichkeit u. grosser Gewitterfrequenz.
heiter (14½ : 12½) Regen (25 : 2) Gewitter (18 : 9)	heiter (14½ : 12½) Regen (22 : 5) kein Gewitter (16 : 11)	heiter (10½ : 9½) Regen (17 : 3) kein Gewitter (14 : 6)	
heiter (19 : 8) Regen (23 : 4) Gewitter (18 : 9)	heiter (15½ : 11½) Regen (25 : 2) kein Gewitter (14 : 13)	trübe (10½ : 9½) Regen (11 : 9) kein Gewitter (16 : 4)	

Frankreich. *(Zugstrasse Va.)*

Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NW.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
heiter (6½ : 2½) Regen (6 : 3) kein Gewitter (9 : 0)	heiter (6 : 3) trocken (6 : 3) kein Gewitter (9 : 0)		Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach ESE. Kommt in den eigentlichen Sommermonaten nicht vor, sondern (ausser in den Wintermonaten) im Frühjahr und Herbst. Steht mit den Kälterückfällen im Frühjahr und Herbst in Zusammenhang.
heiter (5 : 4) Regen (6 : 3) kein Gewitter (9 : 0)	trübe (5 : 4) Regen (6 : 3) kein Gewitter (7 : 2)		
heiter (6 : 3) Regen (5 : 4) kein Gewitter (9 : 0)	heit. od. trübe (4½ : 4½) trocken (5 : 4) kein Gewitter (8 : 1)		

Ungarn. *(Zugstrasse Vb.)*

Isobaren über Central-Europa nach SSW.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
heiter (9 : 5) Regen (10 : 4) kein Gewitter (11 : 3)	heiter (11½ : 3½) trocken (8 : 7) kein Gewitter (15 : 0)		Verlauf der Isothermen im Westen nach SE, im Osten nach NE. Charakteristisch ist die erhebliche Abkühlung über W- und NW-Europa und die geringe Gewitterfrequenz.
trübe (10 : 4) Regen (12 : 2) kein Gewitter (9 : 5)	trübe (8½ : 6½) Regen (12 : 3) kein Gewitter (13 : 2)		
trübe (7½ : 6½) Regen (9 : 5) kein Gewitter (11 : 3)	trübe (10 : 5) Regen (11 : 4) kein Gewitter (13 : 2)		

October bis März.
Mittlere Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur bei dem Erscheinen der Depressionen auf den einzelnen Zugstrassen, und Zugstrassen der Depressionen für den Zeitraum 1876 bis 1880.

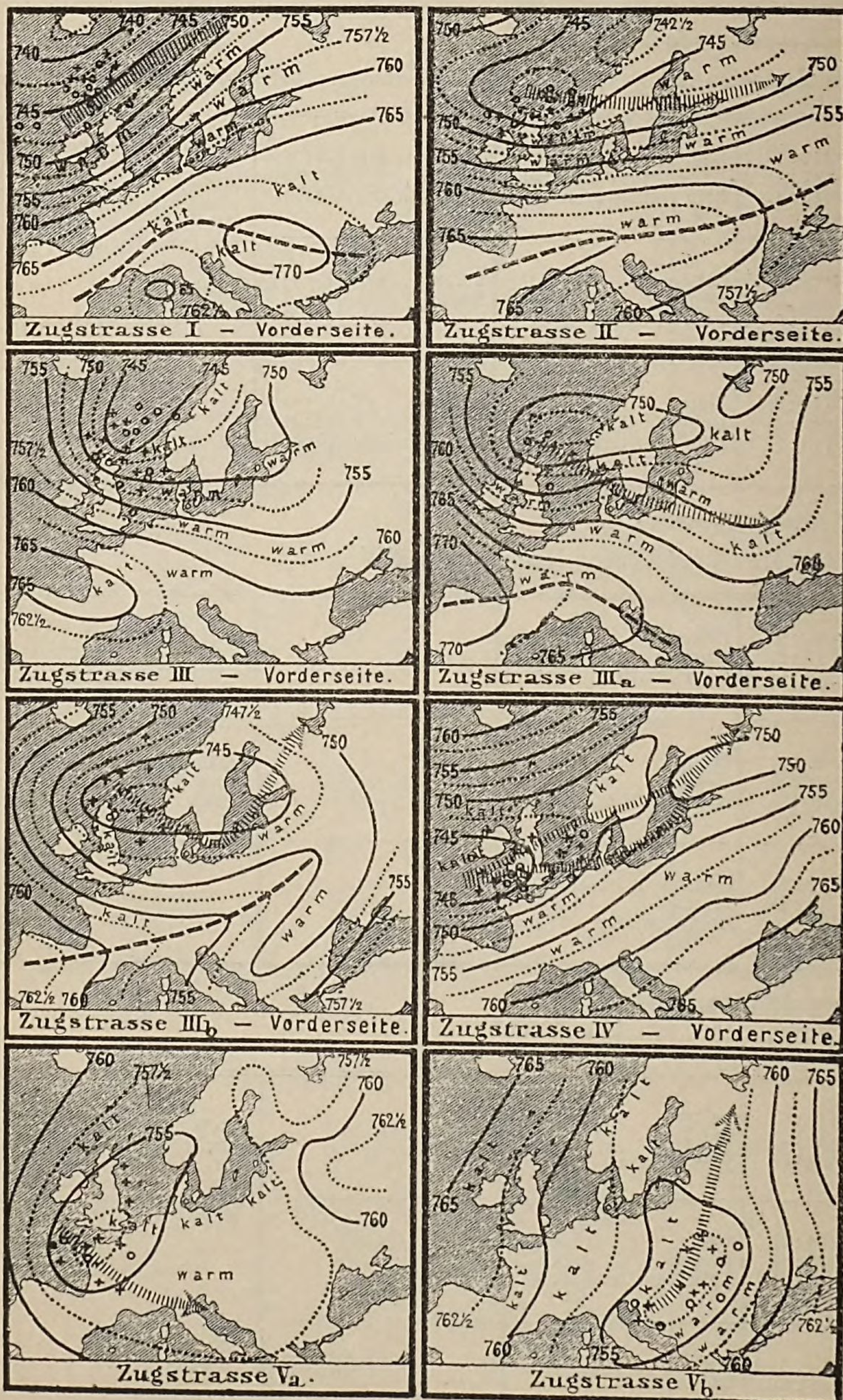


Fig. 56.

April bis September.

Mittlere Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur-Abweichung bei dem Erscheinen der Depressionen auf den einzelnen Zugstrassen, und Zugstrassen der Depressionen für den Zeitraum 1876 bis 1880.

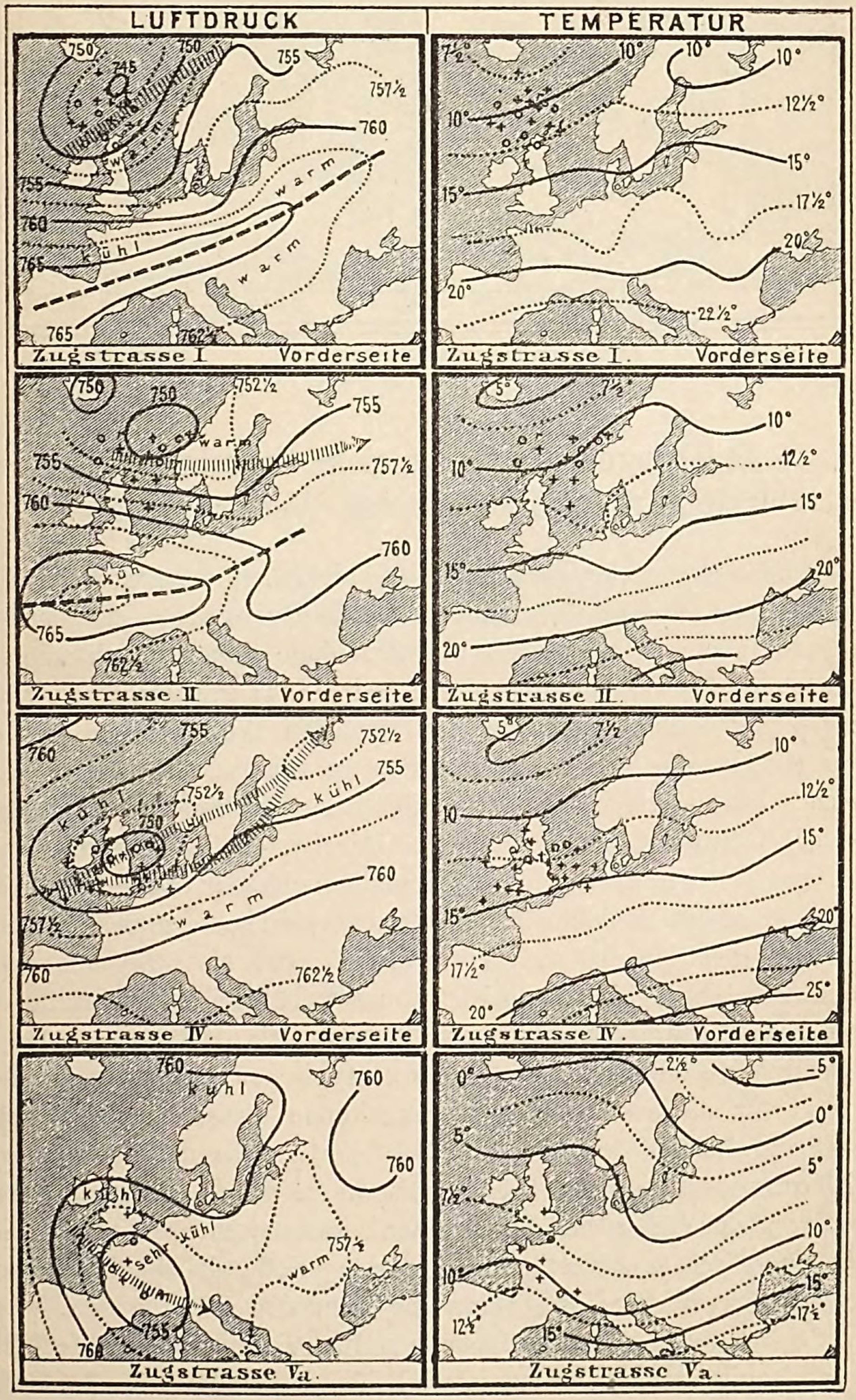
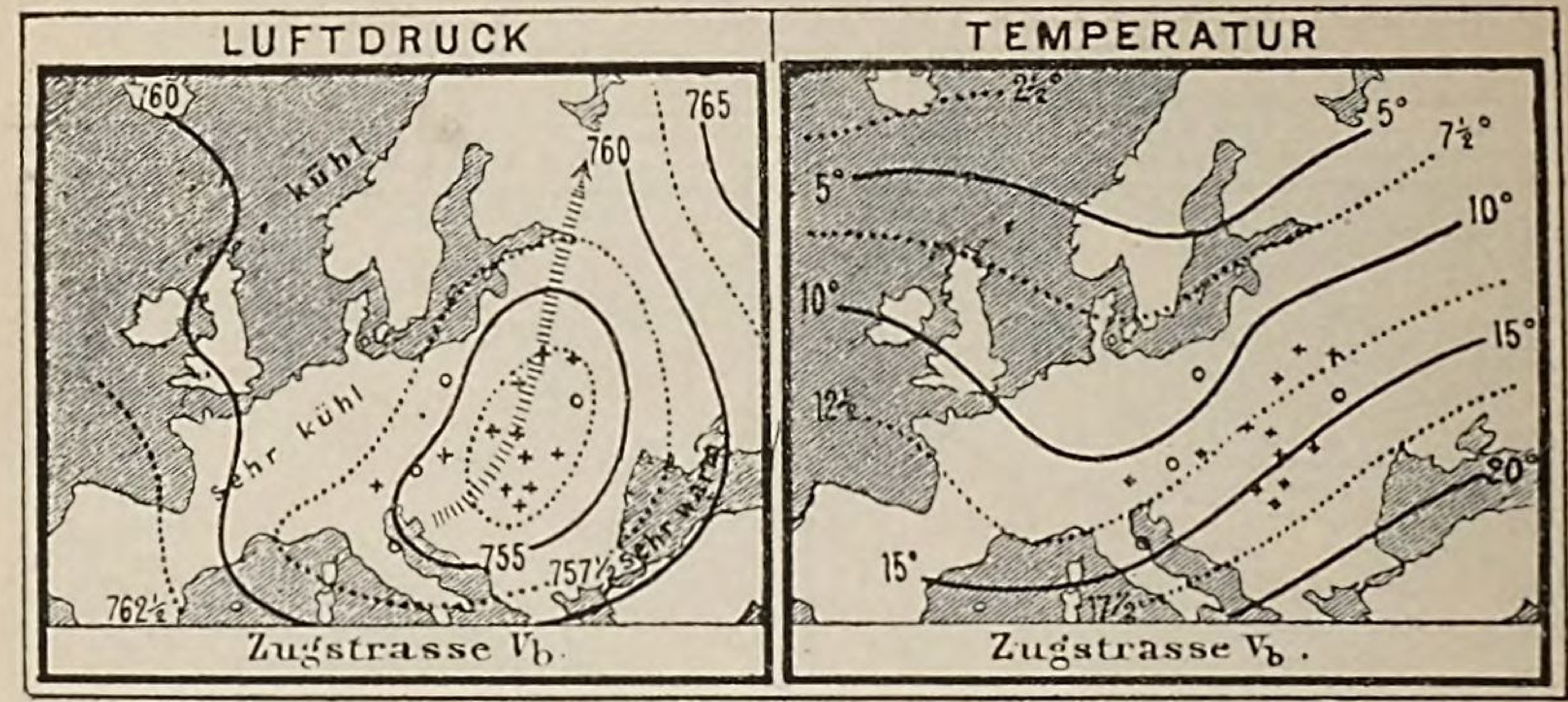


Fig. 57. (Hierzu siehe auch Figuren auf nächster Seite.)

Zu Fig. 57.



IV. Bestrebungen in Frankreich, Grossbritannien und Italien zur Förderung der Wetterprognose.

Anlehnend an die Lagen und Verschiebungen der barometrischen Maxima und Minima über Europa stellte Poincaré, ingenieur en chef des ponts et chaussées, auf Grundlage seiner im Prognosendienste des Pariser Observatoriums (seit 1864) gesammelten Erfahrungen und sechsjähriger aus den täglichen Wetterkarten abgeleiteter Mittelwerthe (1865—70) ein System von Wetterprognosen auf, welches hauptsächlich für das nordöstliche Frankreich (speciell Bar-le-Duc) Gültigkeit haben soll[178]. Das System ist sehr complicirt und, wie es Poincaré vorträgt, jedenfalls nicht sehr übersichtlich, indessen erscheint es lohnend, die Hauptergebnisse, zu welchen der Verfasser gelangte, so gedrängt wie möglich, hier wiederzugeben, indem diese immerhin einen nicht zu unterschätzenden Beitrag für die ausübende Witterungskunde bieten dürften. Ich glaube dieses um so mehr thun zu sollen, als das in meinen typischen Witterungserscheinungen für die ausübende Witterungskunde niedergelegte Material sich hauptsächlich auf die Einflüsse der Depressionen auf unsere Witterungserscheinungen bezieht und dieses durch die Arbeiten von Poincaré durch Berücksichtigung der barometrischen Maxima jedenfalls einige schätzenswerthe Ergänzungen erhält, die wenigstens auf das ganze westliche Deutschland angewendet werden dürften.

Je nach der Lage der Maxima und Minima über Europa und der hiervon abhängigen Windsysteme unterscheidet Poincaré 6 Hauptwettertypen (régimes): Calme, SE—SW, SW—NW, NW—NE, NE—SE

und Variabel nicht Calme. Die 4 mittleren wollen wir der Kürze wegen bezeichnen mit S, W, N und E. Diese Regime vertheilen sich auf die Jahreszeiten und das Jahr nach Tagen folgendermassen:

	Calme	S	W	N	E	Variabel nicht Calme	Uebergang	Total
Winter	11	21	33	6	17	2	0	90
Frühling	10	21	27	19	12	2	1	92
Sommer	35	8	28	13	2	3	3	92
Herbst	28	20	27	8	7	0	1	91
Jahr	84	70	115	46	38	7	5	365

Nach den beiden Hauptgruppen, Südwest- und Nordostregime, geordnet erhalten wir:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
SW Tage:	57	52	42	50	201
NE „	31	40	50	41	164

Die charakteristischen Eigenthümlichkeiten dieser verschiedenen Regime gestalten sich für die einzelnen Jahreszeiten folgendermassen (unter Maximalzone sei das Gebiet verstanden, auf welchem der Luftdruck höher als 762 oder 763^{mm} ist und die Isobaren anticyclonal gekrümmt sind):

1) Regime der Calmen. Zur Beständigkeit einer Calme ist erforderlich, dass der Kern des hohen Luftdrucks in einer Gegend liegt, deren Temperatur andauernd relativ niedrig ist. Die Calme wird also beständiger, wenn die Bedingungen für Abkühlung sich einstellen, im Winter mit barometrischen Maxima über Ostdeutschland, Dänemark, der Nordsee oder selbst bis Nordostfrankreich, im Frühjahr mit Maxima zwischen Finnland und der Nordsee, im Sommer mit Maxima über der Nordsee, oder mit einem doppelten Maximum gegen Corunha und Strassburg und im Herbste mit Maxima über Grossbritannien oder Deutschland oder mit einem doppelten Maximum gegen Corunha und Moskau.

In allen übrigen Fällen ist dieses Regime unbeständig und dient als Uebergang zu einem anderen Regime. In keiner Jahreszeit giebt es eine eigentliche Calme, wenn das Maximum südlich von den Pyrenäen oder den Alpen liegt.

Die beständigen Calmen geben im Allgemeinen: im Winter klaren Himmel, wenn die Maxima zwischen der Westküste Englands und Polen liegen, bedeckten Himmel in den anderen Fällen, im Sommer heiteres Wetter, wenn die Maxima zwischen Island und der Nordsee oscilliren. Uebrigens begünstigt heiterer Himmel im Winter die Dauer der Calme, umgekehrt im Sommer.

2) Südliches Regime (SE—SW). Dieses Regime ist charakterisirt durch die Anwesenheit eines barometrischen Maximums über

Italien oder gegen Gibraltar und Südostrussland, oder über Portugal und Finnland, oder endlich über Portugal, den Alpen und Finnland.

Im Winter liegt in der Regel das Maximum über Italien oder nach Gibraltar und Südostrussland, im Frühling am öftesten über Italien, zuweilen auch gegen Gibraltar und Südostrussland oder über Portugal und Finnland, im Juli und August über Portugal, den Alpen und Finnland, im September und November über Italien, indessen hat im September das atlantische Maximum eine grössere Neigung, sich nach den Westküsten Europas auszubreiten.

Im Allgemeinen ist dieses Regime im Sommer am wenigsten ausgeprägt und in gewissen Jahrgängen gar nicht vertreten. Auf die übrigen 3 Jahreszeiten ist dasselbe ziemlich gleichmässig vertheilt und zwar kommen auf dasselbe durchschnittlich 20—21 Tage, obgleich hier grosse Schwankungen vorkommen, insbesondere im Winter (speciell im December). In den Monaten März, Juni und October tritt dieses Regime, den anderen Monaten gegenüber, zurück.

Wird durch eine Maximalzone im Südosten (Italien) und eine andere im Südwesten (atlantischer Ocean) eine Rinne niedrigen Luftdruckes gebildet, in welcher sich secundäre Depressionen bewegen, so wird diese Situation durch Gewitter und Böen in der Zeit von März bis September charakterisirt. Im Frühjahr und September steht der Vorübergang dieser secundären Depressionen mit grösseren Cyclonen in Beziehung, die bei Island vorübergehen, während sie im Sommer sich an ausgedehnte Depressionen bei Island anlehnen.

Bei diesem Regime pflegen vom 1. März bis zum 10. April und in den letzten Septembertagen Böen und in der dazwischen liegenden Zeit Gewitter stattzufinden, und zwar 2 Tage vorher in Spanien, 1 Tag vorher im Busen von Biscaya, so dass diese Vorgänge durch die secundären Depressionen auf unseren Wetterkarten rechtzeitig signalisirt werden. Fast regelmässig ereignen sich die Gewitter im Frühjahr am Nachmittage und Abend, im Sommer fast nur am Abend.

Bei dieser Wetterlage ist die Periodicität in dem Verlaufe der Phänomene bemerkenswerth: am Morgen Regen oder Reste von Gewittern, um Mittag schön, am Abend Gewitter. Ist indessen die Furche niedrigen Luftdrucks sehr schmal, so verspätet sich die Ankunft des Gewitters zuweilen bis zur Mitte des folgenden Tages.

Ebenso bemerkenswerth bei diesem Regime ist das Verhalten im November, wo das Wetter durchschnittlich bedeckt und neblig ist, mit wenig ergiebigen gelegentlichen Niederschlägen bis zum Nachmittage, worauf Aufklaren und ziemlich schöne Witterung eintritt.

Ausser diesen beiden verschiedenen Wetterlagen sind im Winter und Frühling, sowie im September, wenn die Situation einer Depression zur Gewitterbildung nicht entspricht, die täglichen Aenderungen in der Witterung durch die Bewegungen der Hauptdepressionen und der secundären Minima bedingt.

Das Wetter ist wenig wolkig, wenn diese Bewegungen Cumuli aus Südost bis Süd mit sich führen, sehr wolkig bei aus Süd bis Südwest ziehenden Cumuli, ganz trübe, wenn diese von Südwest bis West kommen.

Niederschläge in Schauern finden statt, wenn eine Depression von Westnordwest oder Nordwest nach Nord von uns vorübergeht, und die Bahn nach Nordost sich wendet, Nebel treten auf, wenn nach dem Regen theilweises Aufklaren sich zeigt.

Beim Uebergange in ein anderes Regime ändern sich die Nebel- und Regenverhältnisse.

3) Westliches Regime (SW—NW). Durch alle Jahreszeiten ist das westliche Regime charakterisirt durch das Vorrücken einer Maximalzone vom atlantischen Meere nach Südwesteuropa, indem die Maxima zwischen Gibraltar und Brest oscilliren. Im Frühjahr und Sommer zeigen die Maxima eine Tendenz nordwärts sich zu verschieben, so dass die Strömung eine vorwiegend nordwestliche wird. Dieses Regime findet hauptsächlich statt vom 10. Januar bis zu Anfang des März, und kann dann in einzelnen Fällen 50 und noch mehr Tage umfassen, einbegriffen zusammen 8 Tage vorübergehender Calmen, im April, wo sein Auftreten noch constanter ist als im Februar, und das Mittel ziemlich gleich bleibt, von den ersten Tagen des Juni bis zu den letzten des August, wo die Häufigkeit merklich geringer ist, als im Januar, Februar und April, im October und November, wo dasselbe ungefähr die Bedeutung hat, wie im Juli und August.

Mehr oder weniger unterbrochen ist dieses Regime: von den ersten Tagen des December bis zum 10. Januar, wo das südliche Regime vorherrscht; im März, wo das Regime des Februar noch fortdauert oder das westliche mit dem südlichen abwechselt; von Mai bis Mitte Juni, wo es den Uebergang darstellt zwischen dem südlichen und nördlichen, im September, wo es sich zwischen zwei Perioden des südlichen Regimes einzuschalten pflegt.

Die Dauer dieses Regimes beträgt in der Regel 5—6 Tage, entsprechend dem Vorübergange von 3 Depressionen, zuweilen werden die Perioden durch kurze Calmen unterbrochen.

Je nach der Druckvertheilung sind für den Winter folgende Phasen charakteristisch: regnerisch, böig, Neigung zur Gewitterbildung und zu Schneefällen; der April vereinigt alle diese vier Erscheinungen, der Sommer ist hauptsächlich gewitterhaft, während im October und im November Regenfälle häufig sind.

In allen Jahreszeiten ist der Himmel bedeckt, ausser beim Herannahen einer Depression vom Ocean nach Irland, wo Aufklaren erfolgt, und ausser der grossen Veränderlichkeit bei Annäherung der Gewitter. Zieht die Depression nördlich an uns vorüber, so dauert im Winter der Regen fort, im Sommer finden gelegentliche Regenschauer statt. Bilden sich auf der Rückseite des Hauptminimums Theildepressionen, so erfolgen Regen- und Hagelböen, im Winter mit Schnee gemischt. Gewittererscheinungen treten mit Theildepressionen auf, die im Winter in Italien, im Frühjahr im Mittelmeere oder im östlichen Spanien, im Sommer für starke Gewitter in Spanien, für schwächere in Italien ihren Ursprung haben.

Im Sommer finden die Gewitter gewöhnlich bis zu einem Barometerstande von 762^{mm} statt.

Die Niederschläge können im Winter anhalten bis zu einem Luftdrucke von 755^{mm} mit einer Differenz von 20^{mm} gegen Schottland, und im Sommer bis 765 und selbst bis 772^{mm} bei dem Uebergange nach dem nördlichen Regime.

Hat die Luftdruckdifferenz zwischen Bar-le-duc und Holland 15^{mm} erreicht, so ist der Wind anhaltend stark, ein Fall, der ziemlich häufig im Winter und April, häufig im October und November, aber selten im Sommer vorkommt. Unabhängig von den allgemeinen Gradienten kann der Wind in den Gewitter- und Hagelböen eine grosse Heftigkeit erhalten.

Zwischen den Vorübergängen zweier derselben Phase angehörenden Depressionen treten nur im Winter und in der regnerischen Phase starke Nebel auf; im April sind die Nebel schwach, im Herbst ziemlich stark.

Das Regime geht in der Regel über: im Winter in das südliche, im Sommer in die Calme, im Frühjahr und im Herbst in das nördliche.

Nördliches Regime (NW—NE). Dieses Regime umfasst in der Regel 6 Tage im December, kommt in den beiden folgenden Monaten fast nur vorübergehend vor, dominirt von den letzten Tagen des Februar bis zu Anfang des April, erscheint kaum 3 oder 4 Tage bis zum Beginn des Juni, ruft von Anfang Juni bis zu Ende August 2 Störungen in der normalen Calme von Nordwest

bis Nordost hervor, welche je 3—6 Tage umfassen, verschwindet wieder vom September bis zu den letzten Tagen des October und kommt endlich dann wieder im November auf 5—6 Tage zur Geltung.

Die Decemberperiode ist hauptsächlich ein Uebergangsstadium aus dem südlichen Regime in das östliche durch das westliche. Die Maximalzone im Osten ist verschwunden, eine neue erscheint gegen Gibraltar hin, erstreckt sich gegen Irland, wo sich einige Zeit die Maxima bewegen, dann breitet sie sich nach Finnland aus, während jene zwischen Gibraltar und Irland sich verwischt.

Die lange Periode des März ist charakterisirt durch die sich an das Maximum gegen Valentia anlehnende Zone hohen Druckes, die den ganzen Bogen von Portugal nach Schottland und Finnland umgrenzt und sich über den britischen Inseln abwechselnd öffnet und wieder schliesst.

Die kurze Maiperiode ist entweder eine Unterbrechung des südlichen Regims oder ein Uebergang des westlichen Regims in die Calme.

In den Sommermonaten steht die Maximalzone, deren Centrum gegen Irland liegt, gleichzeitig unter dem Einflusse einer nach Russland abziehenden Depression und secundärer Depressionen im Süden, so dass also das Gebiet niedrigen Druckes das ganze continentale Europa umfasst.

Im Herbste schiebt sich zwischen das westliche und östliche Regime gewöhnlich das nördliche ein, indem die Depression über Russland und das Maximum im Nordwesten der britischen Inseln zur Geltung kommt, worauf dann nach einigen Aenderungen die Maximalzone nach Nordost wandert, wodurch das östliche Regime hergestellt ist.

Im December bringt bei diesem Regime fast jeder Tag Schnee. Im März wechseln Platzregen und Schneefälle, Graupeln und Böen. Die Schneefälle werden unterbrochen beim Uebergange in das östliche Regime und gehen in Regen über beim Uebergange in das südliche; im ersteren Falle, sowie bei Eintritt von Calmen sind Nachtfröste zu befürchten.

Im Mai kommen kleine Regenschauer alle Tage vor, Gewitter nur bei gelegentlicher Zwischenkunft des südlichen Regimes.

Im Sommer nehmen die Regen sowie die Bewölkung ab, bis sich die Calme wieder hergestellt hat. Gewitter kommen, dem Zuge der secundären Depressionen entgegen, von Nordost oder Nordwest.

Im Herbste sind die Niederschläge wenig ergiebig.

Oestliches Regime (NE—SE). Dieses Regime ist vertreten:

im December und Januar während 12—25 Tagen in einer oder zwei Perioden, im März und im Anfange des April in 12 Tagen zu zwei Perioden; im November 3—8 Tage in einer Periode.

Erwähnenswerth sind die ziemlich seltenen Uebergangsphasen im Mai und September und die im Sommer ausnahmsweise vorkommenden Perioden, welche in gewissen Jahrgängen zur Geltung kommen.

Alle diese Perioden und Uebergänge sind charakterisirt durch die Anwesenheit einer Maximalzone über Nordeuropa und niedrigen Luftdruckes im Süden.

Die December- oder Winterperiode bildet zwei eigene Regime von verschiedenem Charakter: zu Schneefällen geneigt unter dem direkten Einflusse einer Depression, oder heiter und windig in einer Zone nordostwärts gerichteter Isobaren.

Die Periode des März bildet eine abgeschwächte Variante des Regimes der Regenschauer, welche in dem nördlichen Regime in dieser Zeit am meisten ausgebildet ist.

Die Phase des Mai ist der Effect eines Hindernisses, welches die Wiederholung des westlichen Regimes verlangsamt, und welches durch eine vorübergehende Calme unterbrochen wird. (?)

Die im Sommer ausnahmsweise auftretende und durch ausgedehnte, von Osten ziehende Gewitter ausgezeichnete Periode tritt dann ein, wenn die Maximalzone nach einem gewitterhaften nördlichen Regime nördlich an uns vorüberrückt und bei uns die secundären Bildungen verzögert, die von Afrika herüber kommen.

Die Septemberphase resultirt durch die Oscillation des hohen Luftdruckes zwischen Nord- und Südeuropa, durch die des Novembers wird das winterliche Regime eingeleitet.

Die eigentlichen, sowie die Uebergangsperioden umfassen in der Regel 3—4 Tage, entsprechend den halben Phasen des westlichen Regimes.

In allen Perioden und Phasen dieses Regimes ist das Wetter schön, wenn die Maxima über der Nordsee verweilen, ebenso, aber nur vorübergehend und insbesondere in der wärmeren Jahreszeit, wenn die von der Maximalzone umschlossenen Minima über diesem Meere sich lostrennen und sich entfernen.

Bei allen übrigen Lagen der Maxima und Minima, die dieser über Nordeuropa ausgebreiteten Zone angehören, fällt Regen oder Schnee oder finden auch Gewitter statt, je nachdem es die Umstände mit sich bringen. Dabei hängt die grösste Intensität von der extremen Lage der Maxima ab.

Veränderliches Regime. Unter diesem Ausdrucke werden diejenigen Perioden zusammengefasst, welche sich in obige Regime nicht gut hineinpassen lassen, obgleich es nach Poincaré eigentlich keine veränderlichen Regime giebt.

Im December sehen wir ausnahmsweise nach einem westlichen Regime die atlantische Maximalzone verschwinden und niedrigen, gleichförmigen Luftdruck ganz Europa überdecken. Indessen entwickelt sich rasch ein Wall hohen Luftdruckes, welcher von Südwesteuropa nach dem centralen Russland verläuft und der sich 4—5 Tage hält, dann sich trennt, so dass der nordöstliche Theil sich entfernt, der südwestliche zu uns heranzieht und ostwärts fortzieht, und so dem östlichen Regime Platz macht.

Aehnliche Wandlungen zeigen sich zuweilen auch im Februar, nur mit dem Unterschiede, dass der eben besprochene Zustand nach dem 3. Tage in das nördliche Regime übergeht.

Ein anderer Fall kommt zuweilen im April vor, wenn nach einer Calme durch eine Maximalzone, die sich vom atlantischen Ocean ostwärts durch ganz Europa erstreckt, bei ungewöhnlich hohem Thermometerstande bei Irland eine Hauptdepression erscheint, deren Ausläufer bis in unsere Gegenden dringen; alsdann pflegen Gewittererscheinungen aufzutreten. Nach einigen Tagen tritt dann gewöhnlich das westliche Regime ein.

Das veränderliche Regime des Mai ist eine 8tägige Verzögerung im Uebergange des südlichen in das westliche. Bei hohem Luftdrucke und hoher Wärme folgen mehrere Gewittertage, die dem Vorübergang des westlichen Regimes eigen sind. Nachher pflanzt sich die Maximalzone nordwärts nach England fort, das Regime geht in das nördliche über, um dann nach dem südlichen und zuletzt nach dem westlichen zurückzugehen.

Im Juli schliesst sich zuweilen ein veränderliches, durch Gewitter ausgezeichnetes Regime einer Zone hohen Luftdruckes an; indem die secundären, dem Süden entstammenden Depressionen nach Norden gegen die Hauptminima vordringen, geben sie Veranlassung zur Gewitterbildung. —

Wesentlich verschieden von dem von Poincaré speciell für Nordostfrankreich aufgestellten Systeme ist dasjenige, welches Abercromby [179]) für die britischen Inseln der Aufstellung von Prognosen zu Grunde legte. Insbesondere unterscheidet sich dasjenige von Abercromby sehr vortheilhaft von dem ersteren dadurch, dass dasselbe viel einfacher und übersichtlicher ist und mehr naturgemässer

die charakteristischen Erscheinungen gegenüber den mehr zufälligen in den Vordergrund treten lässt.

Wenn auch die Principien, welche Abercromby für die Wetterprognose ableitet, speciell für Grossbritannien zunächst Geltung haben sollen, so können diese doch auch für unsere Gegenden mit einigen Modificationen, wie sie durch die klimatische Eigenartigkeit jenes Landes, insbesondere durch die exponirte Lage an der grossen Heerstrasse der Cyclonen, die dort zusammentreffen, gegeben sind, anwandt werden, so dass die Besprechung dieser Untersuchungen für unsere Zwecke immerhin nutzbringend sein dürfte.

Die Windstärke ist abhängig von dem gegenseitigen Abstand, die Windrichtung von der Lage der Isobaren, das Wetter aber und sein Wechsel von der Gestalt der Isobaren und ihren Aenderungen. In letzterer Beziehung lassen sich folgende 7 Formen unterscheiden, welche häufig auftreten und mehr oder weniger typisch ausgeprägt sind.

1) Kreisförmige oder ovale Cyclonen; 2) secundäre Depressionen, kleine kreisförmige Systeme, neben einer Hauptcyclone; 3) V-förmige Depressionen, Gebiete niedrigen Luftdruckes, begrenzt von V-förmigen Isobaren, den secundären Depressionen gewissermassen ähnlich, jedoch in einigen wichtigen Punkten von denselben verschieden; 4) Anticyclonen, Gebiete hohen Luftdruckes, von kreisförmigen oder ovalen Isobaren begrenzt; 5) keilförmige Isobaren oder keilförmig sich vorschiebender hoher Luftdruck; 6) geradlinige Isobaren, nach einer Seite hin abfallender Luftdruck bei lang gestreckten Isobaren; 7) Einkehlung niedrigen Luftdruckes zwischen zwei nahe gelegenen Anticyclonen. Die wichtigsten von diesen Formen sind 1, 2, 4 und 5.

Cyclonen. Die allgemeinen Eigenschaften der Cyclonen, welche Abercromby angiebt, stimmen mit jenen überein, welche wir oben schon kennen lernten, wie eine Betrachtung der folgenden Figur 58 auf den ersten Blick ergiebt, welche ohne Weiteres klar ist.

Es giebt 6 Einflüsse, welche den allgemeinen Charakter einer Cyclone modificiren können: 1) die typische Gestalt, 2) die Intensität, 3) die Ausdehnung, 4) die Winde, 5) die tägliche und 6) die jahreszeitliche Aenderung.

Die gewöhnliche und am meisten typische Gestalt der Cyclonen ist dadurch gegeben, dass der höchste Druck und die steilsten Gradienten nach der Südseite hin liegen. In diesem Falle breitet sich die Wolken- und Regenarea weit nach Süd und Südost aus, aber verhältnissmässig wenig nach Nord und Nordwest, während das schlechteste Wetter an der Südseite liegt, wo die Gradienten am

steilsten sind. Dieses ist der westliche Typus der Cyclonen, bei welchem die Richtung sowohl der Cyclonen als auch des Windes nahezu aus West kommt. Lagert das barometrische Maximum, wie es etwas weniger vorkommt als vorhin, nach Nordosten, wo auch die Gradienten am steilsten sind, so liegt, abweichend von dem vorhin besprochenen Falle, die Wolken- und Regenarea nach der Nordostseite am weitesten vom Centrum, und hier ist auch das Wetter am schlechtesten: östlicher Typus der Cyclone.

Die Intensität der Cyclone hängt von der Steilheit der Gradienten ab; je grösser die Intensität der Cyclone ist, desto grösser

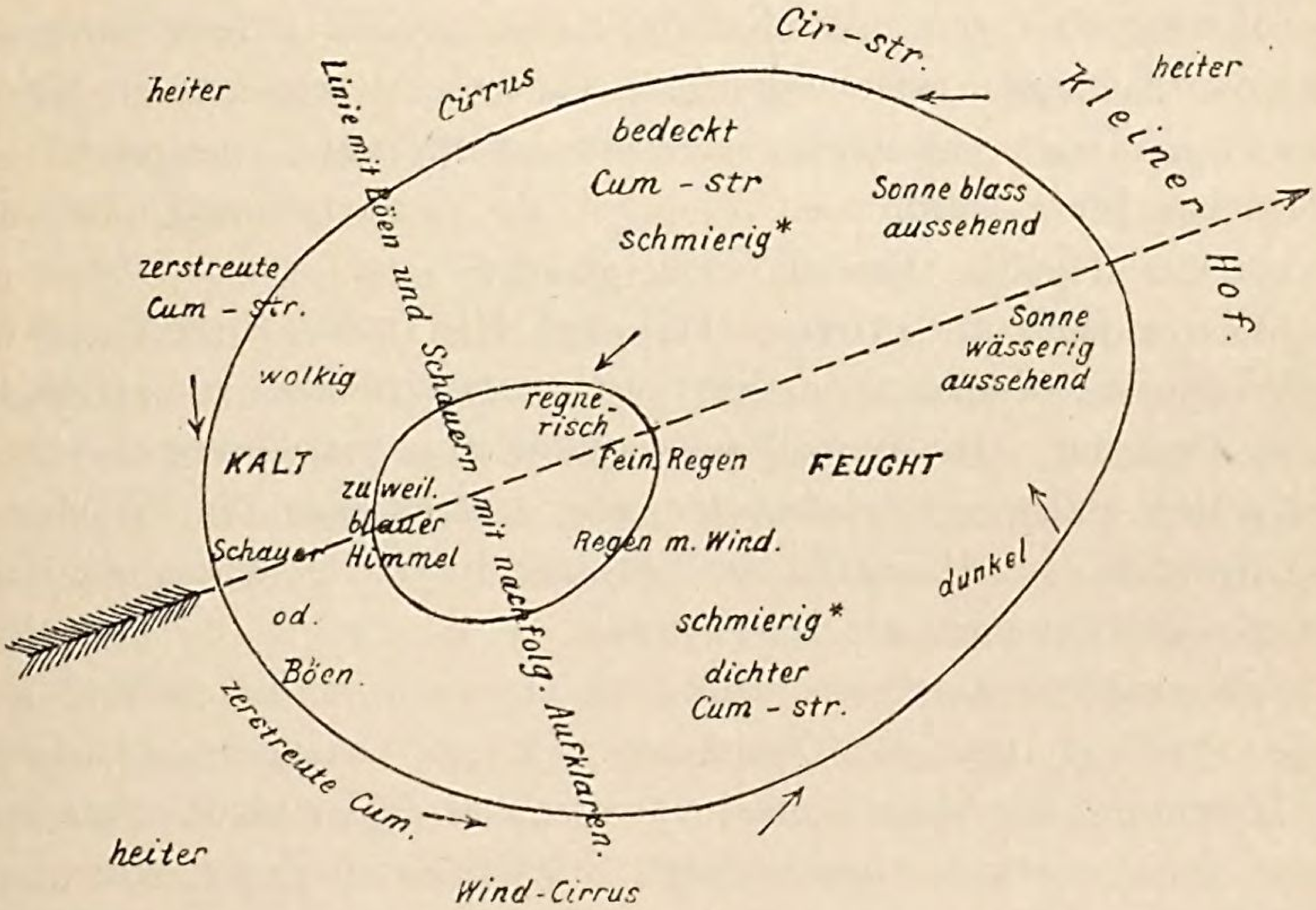


Fig. 58. Cyclonen-Prognose.

ist im Allgemeinen auch die Ausdehnung und die Ergiebigkeit der Niederschläge.

Im innigsten Zusammenhange mit der typischen Gestalt und mit der Intensität steht der Umfang und die Form der Cyclonen: in sehr umfangreichen Cyclonen liegen die steilsten Gradienten, sowie das schlechte Wetter, immer in einiger Entfernung vom Centrum, dagegen bei kleinen Depressionen fällt in unmittelbarer Umgebung des Centrums am meisten Regen und dieser gewinnt nur nach der einen oder anderen Seite an Ausdehnung, je nach der Lage des höchsten Luftdruckes.

Auch die localen Einflüsse spielen eine nicht untergeordnete Rolle: so sind stürmische Winde, Schauer, Böen, Gewittererschei-

nungen nicht selten durch örtliche Einflüsse bedingt, mögen diese nun in der Configuration des Erdbodens oder in anderen Verhältnissen begründet sein. Insbesondere hervorzuheben ist das Abhängigkeitsverhältniss der Regenmenge von der Lage der Gebirge, des Meeres zu den herrschenden Winden, so dass die Ost- und Westküsten unter denselben Windverhältnissen meistens verschiedene Witterungserscheinungen zeigen. Aus diesem Umstand entspringt die grosse Schwierigkeit, für nur irgendwie ausgedehnte Gebiete Wetterprognosen zu geben, wir können uns nur damit begnügen, den allgemeinen Wettercharakter anzugeben, welcher als wahrscheinlich zu erwarten ist.

Wichtig ist ferner die Kenntniss der täglichen Aenderung der einzelnen Elemente, welche durchaus verwickelt erscheint und ausserordentlich vielen unregelmässigen Schwankungen ausgesetzt ist, die insbesondere durch den Wechsel der Isobaren gegeben sind, der an eine tägliche Periode nicht geknüpft ist.

Was endlich die jahreszeitlichen Einflüsse betrifft, so sind im Winter die Cyclonen in der Regel umfangreicher und intensiver, als im Sommer. Die Bewölkungs- und Regenerscheinungen sind in beiden Jahreszeiten von einander sehr verschieden: im Winter ist das Aussehen des Himmels weicher, der Regen ist feiner und fällt weniger in Schauern, als im Sommer.

Secundäre Depressionen bilden sich in fast allen Fällen in der Verlängerung des Ovals der primären Cyclone aus, oder an der Längsseite, die dem höchsten benachbarten Luftdrucke zunächst liegt. Am meisten bemerkenswerth ist die Erscheinung, dass durch sie die Isobaren der Hauptcyclone abgelenkt werden, so dass zwischen der secundären und primären Depression ein Gebiet mit schwachen Gradienten und schwacher Luftbewegung entsteht und starke Winde an der Seite der Hauptcyclone auftreten, wo die Gradienten steiler sind. Beide Systeme bewegen sich nach demselben Sinne, in seltenen Fällen bewegt sich die secundäre Depression um das Hauptminimum. Der Hauptunterschied zwischen beiden Cyclonen besteht in der grossen Menge von Regen und Wolken, die in der secundären Depression sich bilden, wogegen die primäre eine geringere Bewölkung und Regenmenge, aber stärkere Winde aufweist. Für den einzelnen Beobachter sind bezeichnende Merkmale der secundären Depression: einförmig bedeckter Himmel oder eigenthümliche, wenig veränderliche Wolken und sehr trübes Wetter. Der Regen fällt gewöhnlich ergiebig und senkrecht, abweichend von den Erscheinungen auf der

Vorderseite einer primären Cyclone, wo der Regen mit Wind vereinigt oder rieselnd fällt. Während bei einer primären Cyclone das Barometer auf der Vorderseite bei nebelartigem Regen rasch fällt, auf der Rückseite dagegen bei starkem Regenfall steigt, bleibt dasselbe bei einer secundären Depression gewöhnlich fast stationär, mit einer raschen Schwankung beim Beginne und am Anfange des Regenfalls, worauf es der allgemeinen Bewegung folgt.

Für die Wetterprognose bezeichnet die secundäre Depression Regen ohne viel Wind, im Sommer Gewitter. Ihr plötzliches Auftreten stört und verdirbt sehr oft die Prognosen. Zuweilen sind die secundären Depressionen 1 oder 2 Tage stationär, manchmal überdauern sie kaum 12 Stunden lang. Zuweilen sehen wir auf unserem Gebiete mehrere secundäre Depressionen, das deutet immer auf schlechtes, unruhiges Wetter, oft mit Gewittern, doch nicht auf ausgedehnte Stürme.

Beispiele für secundäre Depressionen finden sich in unseren vorhergehenden Wetterkarten vom 5. und 6. Juni 1881 (Entwickelung einer secundären Depression, Fig. 50 u. 51), 30. Januar 1877 (Fig. 46) und vom 22. December 1879 (Fig. 40).

Die V-förmigen Depressionen haben mit den secundären grosse Aehnlichkeit. Sie entstehen meistens in der südlichen Verlängerung der Troges (trough) der Cyclone oder in der Furche des niedrigen Luftdruckes zwischen zwei Anticyclonen. Sie schreiten gewöhnlich mit der Hauptcyclone ostwärts fort, indessen haben sie meistens nur eine kurze Lebensdauer. Häufig geht diese Form in die secundäre Cyclone über und trägt wie diese vielfach zur grösseren Unsicherheit der Wetterprognose bei. Ein cyclonales System hat diese Art Bildungen nicht. Auf der Vorderseite der Ausbuchtung der Isobaren fällt dichter Regen mit „schmierigem (dirty)" *) Wetter und südwestlichen Winden, auf der Rückseite zerreisst die Wolkendecke, und mit dieser Erscheinung fängt das Barometer an zu steigen, während der Wind oft in heftiger Böe nach Nordwest springt.

Anticyclonen sind charakterisirt durch schönes Wetter, leichte Winde, durch eine Tendenz zur Beharrlichkeit, im Winter durch kaltes, im Sommer durch warmes Wetter. Zwar kommen im Bereiche der Anticyclonen öfters leichte Regenschauer und unregelmässige Störungen des Barometers vor, allein diese Erschei-

*) schmierig (dirty): ein bekannter seemännischer Ausdruck.

nungen sind von denen verschieden, welche bei der Cyclone stattzufinden pflegen.

Bei der Anticyclone lautet die Prognose im Allgemeinen auf schönes Wetter, die Einzelheiten sind von der Jahreszeit, sowie von localen Eigenthümlichkeiten abhängig.

Keilförmige Isobaren schliessen ein Gebiet hohen Luftdruckes ein, wie die V-förmigen ein Depressionsgebiet umgeben. Sie entstehen auf der Vorderseite der Cyclonen und der V-Depressionen und gehen vor ihnen her. Auf ihrer Front- oder Ostseite ist das Wetter schön, heiter und sichtig und herrscht mässiger Nordwest, während die Aus- und Einstrahlung ungehindert vor sich gehen kann. In der wärmeren Jahreszeit entsteht am Tage oft hohe Wärme, welcher zuweilen Regen vorhergeht, während der Nacht Reif. Auf der Rück- oder Westseite dreht der Wind bei fallendem Barometer nach Südwest, der Himmel bedeckt sich erst mit cirrösem Gewölk, dann bei Annäherung der Cyclone mit dichteren Wolken.

Geradlinige Isobaren. Diese Art Isobaren sind unbeständig; durch ihr Gebiet ziehen häufig Cyclonen von geringerer oder grösserer Intensität. Das Wetter ist kühl, wolkig, unbeständig, regnerisch, wenn eine Cyclone auftaucht, und der Wind lebhaft.

Unsere obigen Wetterkarten geben für diesen Fall eine Reihe typischer Beispiele.

Halsförmige Einkerbungen zwischen zwei Anticyclonen sind charakterisirt durch ruhiges, aber veränderliches Wetter, während die Temperatur abhängig ist von den localen Strahlungsverhältnissen. Obgleich diese Situation häufig stationär bleibt, so nimmt das Wetter doch keinen beständigen Charakter an, weil die im Nordwesten liegende Depression die Neigung hat, ein Theilminimum (einen „Hals“) zu erzeugen.

Wettertypen. Je nach der Druckvertheilung unterscheidet Abercromby folgende Wettertypen für Westeuropa: 1) den südlichen Typus: Anticyclone im Osten oder Südosten von Grossbritannien, Cyclonen, vom atlantischen Ocean kommend, dringen gegen sie ein oder ziehen im Nordosten vorüber; 2) den westlichen Typus: der subtropische Anticyclonen-Gürtel liegt im Süden Grossbritanniens, die Cyclonen, welche im centralen atlantischen Ocean entstehen, gehen nach Osten oder Nordosten; 3) den nördlichen Typus: die atlantische Anticyclone breitet sich weit über den Westen und Nordwesten der britischen Inseln aus und bedeckt

den nordatlantischen Ocean; bei dieser Situation erscheinen die Cyclonen auf der Nord- und Ostseite und bewegen sich entweder um die Anticyclonen herum südostwärts oder entfernen sich rasch ostwärts; 4) den östlichen Typus: während eine scheinbar nicht subtropische Anticyclone im nordöstlichen Europa erscheint, welche selten die Küstenlinie überdeckt, hat die atlantische Anticyclone gelegentlich den Biscayischen Busen ganz verlassen; die Cyclonen kommen dann entweder vom atlantischen Ocean und gehen südöstlich zwischen der atlantischen und skandinavischen Anticyclone durch; nicht selten werden sie im Fortschreiten aufgehalten, und erleiden einen Aufenthalt oder eine Ablenkung durch die im Nordosten Europas lagernde Anticyclone. Zuweilen bilden sich Cyclonen auf der Südseite der nordöstlichen Anticyclone und schreiten langsam nach Ost, in sehr seltenen Fällen nach West*).

Zur Charakteristik dieser Typen fügen wir nach Abercromby noch Folgendes bei:

Südlicher Typus. Zuweilen, insbesondere im Sommer, erscheinen auf der Ostseite der grossen atlantischen Depression kleinere Minima, die nordostwärts fortschreiten, ohne mit ihrem Centrum Grossbritannien zu berühren, so dass dieses Land gewöhnlich von den Randgebieten entweder der Cyclonen oder Anticyclonen aufgenommen wird. Zu anderer Zeit breitet sich der niedrige Luftdruck über Grossbritannien aus, den höheren Druck ostwärts vorschiebend, ohne dass eine ausgeprägte Cyclone zur Ausbildung kommt; in diesem Falle pflegt das Wetter ruhig und leidlich schön bei sehr niedrigem Barometerstande zu sein, eine Erscheinung, die öfters auffällt.

Im Sommer ist die atlantische Depression gewöhnlich viel weniger ausgeprägt als im Winter, die Cyclonen sind kleiner, weniger tief und schreiten weiter ostwärts fort. Das Wetter in ihnen ist gerade nicht schlecht (dirty), wenn auch die Luft andauernd trübe und rauher ist, als im Winter.

Diese Wettertype kommt in allen Jahreszeiten vor, am häufigsten und anhaltendsten im Winter und in der That hängen die Wärmeverhältnisse des Winters hauptsächlich von der Anzahl der Tage mit dieser Wettertype ab.

Die Temperatur ist bei diesem Typus stets hoch, und wenn

* Nach dem oben Seite 299 Gesagten ist in dieser Lage das Fortschreiten nach West nicht gar selten, die Fortpflanzung nach West ist in diesem Falle Regel, wenn auf der Nordseite der Cyclone die höhere Temperatur liegt.

die russische Anticyclone ostwärts nach Grossbritannien vordringt, findet im Winter oft Reifbildung statt.

Der Wind ist beständig und nur in den extremsten Fällen stürmisch, und auch in diesen Fällen für See und Land verhältnissmässig wenig gefährlich.

Dieser Typus geht entweder langsam in den westlichen nach der einen Seite hin oder nach der anderen in den östlichen, im letzteren Falle ist der Wechsel mehr ohne Uebergang.

Für den isolirten Beobacher ist die Aufeinanderfolge der Witterungserscheinungen bei diesem Typus unschwer verständlich: das Barometer fällt, das Thermometer steigt, das Aussehen der Luft wird schlechter und feiner Regen fängt an zu fallen; der südliche Wind geht etwas zurück, nimmt an Geschwindigkeit zu, bis das Barometer den tiefsten Stand erreicht hat. Sobald das Barometer zu steigen beginnt, dreht sich der Wind mit abnehmender Stärke etwas nach Südwest, die Temperatur sinkt und das Wetter klart etwas auf. Dieser Vorgang wiederholt sich oft mehrere Tage hinter einander mit geringeren oder grösseren Modificationen und dauert nicht selten Wochen lang an.

Westlicher Typus. Die Cyclonen bewegen sich ostwärts an dem Nordrande des hohen Luftdruckes, dessen Maximum südlich von Grossbritannien lagert. Geht das Cyclonencentrum über die Inseln weg und ist die Cyclone von mässigem Umfange, so ist ihre Intensität gross, so dass nicht selten heftige und gefährliche Stürme entstehen, insbesondere im Frühjahr und Herbst.

Andere kleinere, kurzlebige und rasch fortschreitende Depressionen und Theilminima, die keine sehr grosse Gradienten haben, bringen Regen und unbeständiges Wetter, eher, als Stürme und zwar zu allen Jahreszeiten.

In der Winterzeit (fast ausschliesslich) dringt nicht selten der niedrige Luftdruck aus dem hohen Norden südwärts nach Grossbritannien vor, eine Zone mit steilen Gradienten vor sich schiebend und veranlasst dann Regen und heftige Westwinde mit geringer Aenderung der Richtung.

Der in jeder Jahreszeit gewöhnlichste Fall (über 70 %) ist der, dass eine Cyclone von mässiger Intensität soweit nördlich von den britischen Inseln vorübergeht, dass der Wind bei Annäherung der Cyclone 1 oder 2 Strich zurückdreht und dann beim Vorübergang der Cyclone 1 oder 2 Strich nach Westen geht, während die allgemeine Windrichtung zwischen Südwesten und Westen liegt. Als-

dann erreicht der Wind gewöhnlich die Sturmesstärke nicht, während eine mässige Regenmenge zu fallen pflegt.

Im allgemeinen liegt die Temperatur bei diesem Typus über dem Normalwerthe, etwas wärmer ist es auf der Vorderseite als auf der Rückseite der Cyclone. Ist dieser Typus im Winter stark vertreten, so ist das Wetter frostfrei, dagegen im Sommer bedingt seine Herrschaft kühle Witterung.

Während der Beobachter beim südlichen Typus sich stets auf der Vorderseite einer Reihe nacheinander folgender Cyclonen befindet, bemerkt er bei diesem Typus die charakteristischen Witterungserscheinungen sowohl der Vorderseite als auch der Rückseite.

Nördlicher Typus. Zuweilen erscheint der hohe Luftdruck im Westen und Nordwesten von Grossbritannien als die Verlängerung der atlantischen Anticyclone, an deren Ostseite die Cyclonen nach östlichen Gegenden fortziehen, wobei dieser Typus nicht selten, insbesondere im Juli und August, allmählich in den westlichen Typus übergeht. Häufiger erstreckt sich die atlantische Anticyclone bis hinüber nach Grönland, so dass über Nord- und Centraleuropa ein Gebiet niedrigen Luftdrucks sich bildet, und dieses ist dann der Tummelplatz für die Depressionen, die in ununterbrochener Reihe auf einander folgen.

Während der Herrschaft dieses Typus befindet sich Grossbritannien stets auf der Rückseite der Cyclonen, gerade umgekehrt wie beim südlichen Typus, bei dessen Regime es auf der Vorderseite liegt. Dieser Typus kommt gewöhnlich im Winter vor, insbesondere aber in den Frühlingsmonaten, und am meisten im März, dagegen selten im Herbste.

Charakteristisch für diesen Typus ist die niedrige Temperatur, das trockene Wetter mit Cumuluswolken, die verhältnissmässig geringen Windstärken und die Neigung zur Entwicklung von Theildepressionen, in welchen das Wetter trübe, häufig regnerisch ist und, bei grösserer Intensität, im Sommer und Herbst sich die Gewitter entladen.

Dieser Typus geht zuweilen in den westlichen Typus über, am häufigsten aber in den östlichen, mit welchem er öfters abwechselt.

Merkmale für diesen Typus für den Beobachter sind: die Beständigkeit der nördlichen Winde, bei fallendem Barometer und zunehmender Bewölkung nach Nordosten drehend, dann bei steigendem Barometer und aufklarendem Wetter nach Nordwesten zurückdrehend, ein Wechsel, der allerdings nicht so regelmässig erfolgt wie beim

westlichen Typus. Die hierbei stattfindenden Niederschläge fallen gewöhnlich in Schauern oder in Böen. Dieser Ausnahmefall, Regen bei nordöstlichem Wind und steigendem Barometer veranlassten Admiral Fitzroy, ein Zeichen hiefür auf seiner Barometerskala anbringen zu lassen.

Die Prognosenstellung ist wegen des unregelmässigen Verlaufs dieses Typus, insbesondere aber wegen der häufigen Entwickelung und Umbildung der Theildepressionen, von grosser Schwierigkeit, man muss sich meistens damit begnügen, nur den allgemeinen Wettercharakter zu geben.

Oestlicher Typus. An der Südseite der Anticyclone über Skandinavien befindet sich niederer Luftdruck über Central- und Südeuropa, welcher entweder stationär ist oder sich langsam westwärts fortbewegt. Die Cyclonen entstehen zumeist an der West- und Südwestseite der nördlichen Anticyclone, zuweilen auch am Nordrande der atlantischen Zone hohen Luftdrucks, dessen Rand weit nördlich von Portugal liegt, so dass sich die Depressionen durch eine Furche niederen Luftdruckes fortbewegen.

Dieser Typus ist häufiger, als der nördliche, und gewöhnlich im October, November, Februar und Mai, aber sehr selten im Juli, August und September vertreten.

Die Temperatur liegt bei diesem Typus unter dem Normalwerthe, ist aber mehr veränderlich, als beim nördlichen Typus. Wenn der Wind bei Annäherung einer Cyclone nach Süden dreht, tritt stets Erwärmung ein. Der allgemeine Witterungscharakter ist trübe und rauh. Bezüglich des Regenfalles macht sich ein entschiedener Gegensatz der Ost- und Westküsten bemerkbar, indem die ersteren oft Regen erhalten, während die letzteren (wie auch das Binnenland) oft ganz regenfrei bleiben.

Der Beobachter erkennt diesen Typus daran, dass bei fallendem Barometer die Bewölkung zunimmt, die Temperatur steigt und der Wind nach Südosten dreht, nachher bei steigendem Barometer die Temperatur sinkt, während der Wind nach Osten oder Nordosten zurückgeht. Dabei ist die Windstärke und der Regenfall abhängig von der Intensität der Cyclonen.

Die Schlussresultate, zu welchen Abercromby gelangt, sind der Hauptsache nach folgende:

Die Aenderungen in den Witterungserscheinungen erfolgen mit solcher Geschwindigkeit, dass sie nur durch den elektrischen Strom überholt werden können und die Herbeischaffung des wettertele-

graphischen Materials ist mit solchen Kosten verknüpft, dass nur ein Central-Staatsinstitut diese Sache mit Erfolg in die Hand nehmen kann.

Ferner treten viele Erscheinungen, beispielsweise Böen, Gewitter etc. so local auf, dass es nothwendig wäre, für viele ganz eng begrenzte Prognosenbezirke besondere Prognosen zu stellen, d. h. wenn man in der Lage wäre, diese Erscheinungen mit grosser Wahrscheinlichkeit vorauszuerkennen. Die kleineren Störungen sind so kurzlebig, dass sie oft unserer Aufmerksamkeit entgehen, wenn nicht die Beobachtungstermine nahe bei einander liegen. Im Sommer entwickelt sich oft ein engbegrenztes Ungewitter (storm) und vergeht wieder in dem Zeitraume, welcher zwischen den Beobachtungen von 8^h a. m. und 6^h p. m. liegt.

Dem raschen Wechsel der Witterungserscheinungen entsprechend, können die Wetterprognosen auf längere Zeit voraus nicht gegeben werden, als vielleicht auf 1—2 Tage und zwar meistens nur in allgemeinen Ausdrücken, wie z. B. auf Fortdauer der Wärme, der Kälte, auf beständiges oder veränderliches Wetter, wobei die Erfolge um so grösser zu sein pflegen, je grösser die Störungen sind.

Dabei ist die Prognose für die britischen Inseln noch desswegen mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft, weil diese nach dem äussersten nördlichen Europa vorgeschoben sind, und an der grossen Heerstrasse der Cyclonen liegen, die auf dem Ocean erscheinen und ostwärts weiter ziehen, so dass beispielsweise Deutschland bezüglich der Prognose sich in ungleich günstigeren Verhältnissen befindet. —

In Italien hat Busin [180]) nach eingehendem Studium der Wetterkarten Witterungstypen aufgestellt, welche ebenfalls in der Luftdruckvertheilung ihre Grundlage haben.

Busin bezeichnet mit A jenen atmosphärischen Zustand, bei welchem eine Anticyclone oder eine Area hohen Luftdrucks von über 770^{mm} über Italien selbst, oder einem der Nachbargebiete lagert, mit U eine gleichmässige Luftdruckvertheilung und mit C relativ niedrigen Luftdruck, wobei dieser 770^{mm} nicht übersteigt.

Zur Kennzeichnung der Lage des hohen und niedrigen Luftdrucks werden an den eben genannten Buchstaben weitere Zeichen angehängt, so zwar, dass das erste dieser angehängten Zeichen immer die Lage des niedrigeren, das zweite die des höheren Luftdrucks angiebt. Diese Zeichen bestehen aus den bekannten Symbolen für die 8 Weltgegenden und aus den Abkürzungen: in =

Norditalien, g = Golf von Genua, t = Tyrrhenisches Meer, o = Mittelitalien, sd, od, nd = resp. Süd- Mittel-, Ost-Dalmatien, ? = Lage des höheren oder niedrigen Luftdrucks nicht bestimmbar.

Da für Italien und Umgebung gewöhnlich nur eine einzige Cyclone oder Anticyclone die Witterung beeinflusst, so wurden die entfernteren Cyclonen oder Anticyclonen unberücksichtigt gelassen, und es ergaben sich für den Zeitraum vom 1. September 1880 bis zum 30. April 1883 folgende Zahlen für die Frequenz der einzelnen Isobarentypen:

Typus	Anzahl des Vorkommens	Typus	Anzahl des Vorkommens	Typus	Anzahl des Vorkommens
A nw ne . .	20	C ne nw . .	15	U ? o	9
C nw ne . .	12	A sw n . . .	17	U o ?	18
C nw e . . .	9	A sw ne . .	19	A ? o	25
C nw se . . .	37	A s n	14	C in ? . . .	19
C nw s . . .	13	A s ne . . .	14	C g ?	26
C nw sw . .	24	A se nw . .	23	C nd ? . . .	18
C n s	17	A se n . . .	35	C sd ? . . .	10
C ne sw . . .	12	A se ne . . .	10	C od ? . . .	15
A ne w . . .	13	A e nw . . .	18	C o ?	21
C ne w . . .	15	A ? in . . .	9	C t ?	19
A ne nw . .	24	C e nw . . .	11		
U ne nw . .	10	A e n	9		

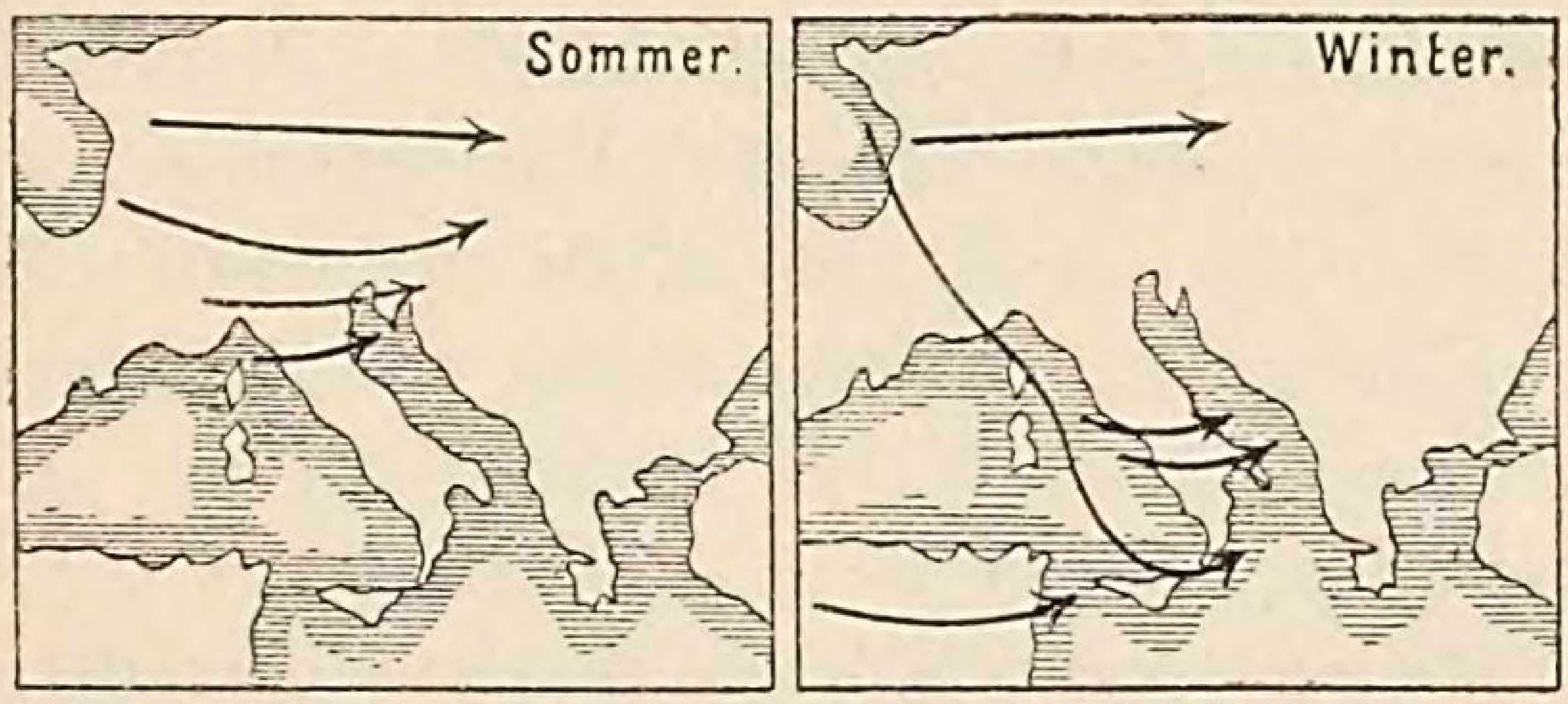
Hiernach kam der Typus der Druckvertheilung A nw ne, wonach der niedrige Luftdruck im Nordwesten von Italien (Frankreich) und der hohe im Nordosten davon (etwa Galizien) sich befand in dem oben angegebenen Zeitraume 20mal vor, etc.

Die folgenden Kärtchen zeigen die Zugstrassen der Depressionen im Sommer und Winter und 2 Isobarentypen.

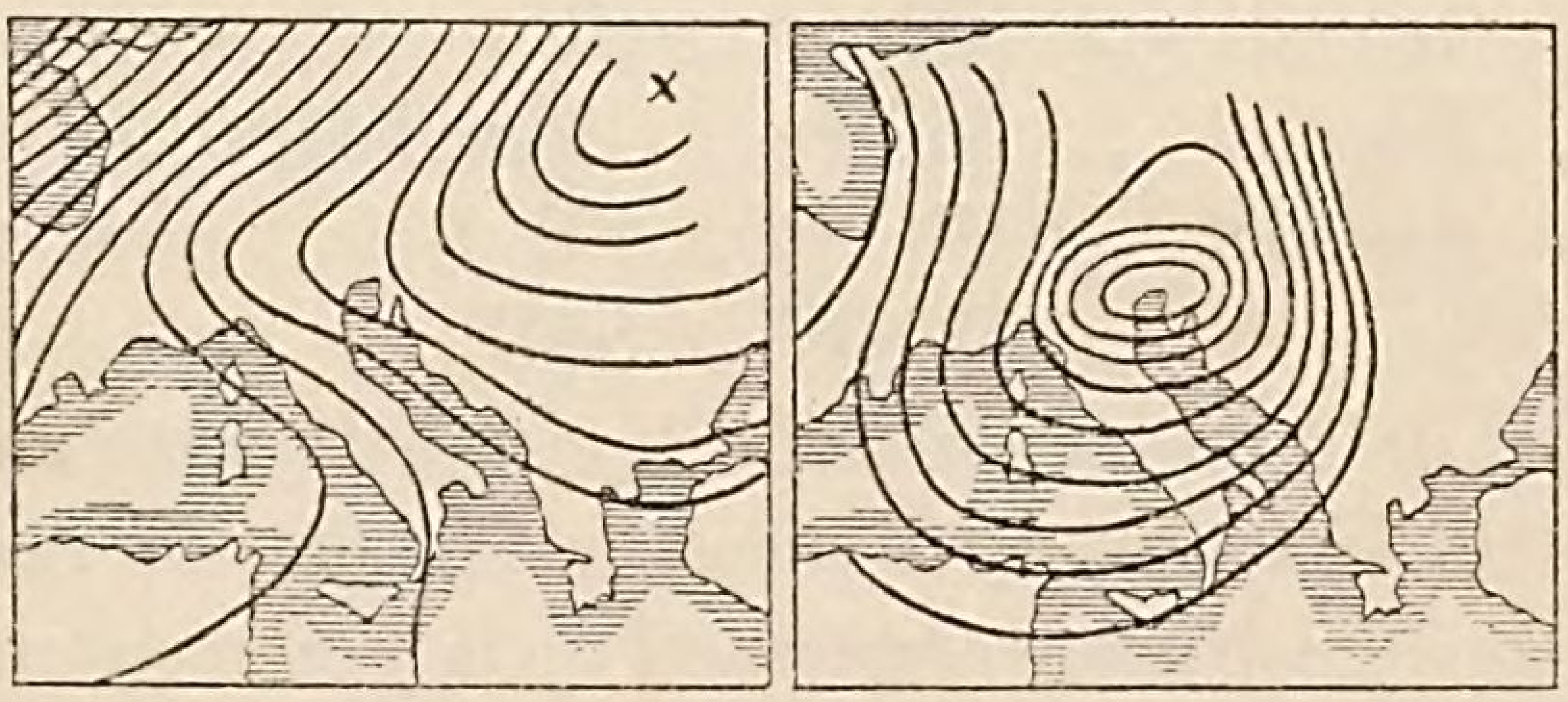
Trotz der kurzen Zeit ergeben sich aus den wenigen Isobarenkarten sehr bestimmte Erscheinungen, welche für die verschiedenen Typen charakteristisch sind. Ich fand z. B., dass die Typen, welche schönem Wetter vorausgingen und dasselbe begleiteten, im Allgemeinen jene mit gleichmässiger Druckvertheilung waren und überdies im Besonderen die folgenden: „A ne nw, U ne nw, C ne nw, A sw n, A e n, A? in, A? o; überdies sah ich, dass die Typen, welche viel Reif bringen, jene waren, welche hohen Luftdruck über Italien oder im Norden oder Nordosten davon haben; dass ferner jene, welche am häufigsten Nebel mit sich bringen, folgende sind: A nw ne, C nw e, C nw s, A ne w A sw ne, A s ne und ganz besonders A ? in und A ? o; dass die Gewitter am häufigsten auftreten bei den Typen: C ne w, U ne nw, A e nw, U o ?, C in ?, C o ?, C od ?, C sd ? und besonders C nd ?, was mit den von Schiaparelli erhaltenen Resultaten übereinstimmt. Die Winde traten mit grösster Heftigkeit auf,

wenn die Iobaren ganz oder nahezu senkrecht standen auf die Axe der italienischen Halbinsel und es herrschten in der Regel Windstillen, wenn die Isobaren mit dieser Axe parallel verliefen.

Jedem Typus entsprechen in jeder meteorologischen Jahreszeit im Allgemeinen bestimmte Erscheinungen, welche, wenn man sie in allen ihren Einzelheiten studirt haben wird, eine bessere Grundlage für die Wettervoraussicht geben werden, als die bis jetzt benutzte. Die Anzahl dieser Typen ist nicht unendlich, sondern kann



Zugstrassen der Depressionen in Italien.



Anwne Isobarentypen. Cnd?

Fig. 59.

in Italien auf höchstens beiläufig 100 angegeben werden; es sollten sich die Meteorologen ja nicht verdriessen lassen, die Eigenthümlichkeiten eines jeden dieser Typen in den verschiedenen Ländern zu studiren. Kennte man die Eigenthümlichkeiten der Typen in den verschiedenen Ländern, so liessen sich vielleicht Schlussfolgerungen ziehen über die Aufeinanderfolge der Typen, d. h. über die Typen, welche am häufigsten einem bestimmten Typus nachfolgen. Ich habe bemerkt, dass auf einen bestimmten Typus innerhalb 24 Stunden nicht jeder beliebige andere folgen kann, sondern nur eine beschränkte Anzahl, von welchen wiederum einige am häufigsten. Die Isobarentypen haben ebenfalls eine verschiedene jährliche Häufigkeitsperiode; einige treten am häufigsten im Sommer auf (jene von der Gruppe U), andere im Winter (Gruppe A) u. s. w.

Ja einige scheinen mit der Periode der Stürme zusammenzufallen, d. h. in jenen Perioden des Jahres aufzutreten, in welchen die Regenwahrscheinlichkeit die grösste ist und die desshalb auch sprichwörtlich sind im Munde des Volkes."

Durch weitere Untersuchungen fand Busin, dass jeder Verwandlung eines Typus in einen anderen regelmässig an bestimmten Beobachtungsorten dieselben Winddrehungen entsprechen. Für jeden der am meisten auftretenden Typen bestimmte er für 16 Beobachtungsorte die vorherrschenden Windrichtungen des gegenwärtigen und des nachfolgenden Zustandes und erhielt z. B. für die Umwandlung von A nw ne in C nw e folgende Winddrehungen:

zu	Venedig	von	N	nach	NNE (unbedeutend)
„	Florenz	„	NNE	nach	E („)
„	Lecce	„	WNW	„	SSW

oder bei Umwandlung von A nw ne in C nw se:

zu	Mailand	von	ENE	zu	E (unbedeutend)
„	Modena	„	NE	„	SW
„	Genua	„	NE	„	SE
„	Florenz	„	NNE	„	E (unbedeutend)
„	Ancona	„	W	„	SE
„	Lecce	„	WNW	„	SSE

Man sieht, dass im letzteren Falle die Drehungen viel bedeutender sind, als im ersteren, und dieses steht mit der Thatsache im Einklange, dass die beiden ersteren Typen viel mehr mit einander verwandt sind, als die letzteren.

„Wenn zwei tägliche Windrichtungen mehrerer Beobachtungsorte einer ausgedehnten Gegend gegeben sind, bemerkt Busin, so kann man aus dem Studium solcher Richtungen und ihrer entsprechenden Drehungen den nächstkommenden Isobarentypus bestimmen, und dies mit desto grösserer Wahrscheinlichkeit, je grösser die Anzahl der Beobachtungsstationen ist und je besser gewählt letztere sind. Es genügt, nur die Tafeln construirt zu haben, welche die Drehungen der Winde bei jeder Typenverwandlung angeben und dann Vergleichungen mit den ersten Beobachtungen der gegebenen Windrichtungen und der nächst folgenden auf den benannten Tabellen zu machen, bis man einen solchen Fall findet, welcher gleiche oder ungefähr fast gleiche Richtungen und Drehungen der Winde hat. Man wird dann erkennen, welche Typen wahrscheinlich in Verwandlung sind. Leichter wäre es noch, wenn man den gegenwärtigen Isobarentypus kennt, wie es gewöhnlich der Fall ist und den fol-

genden zu suchen hat. Also wenn die Vertheilung des Luftdruckes für eine grosse Länderstrecke unbekannt ist, und man kennt nur die Windrichtungen, so kann man erstere ermitteln durch Diagramme, wie wir sie construirt haben. Dieses kann vielleicht der Fall sein bei älteren Beobachtungen, wenn man nur die Windbeobachtungen hat.

Wenn man eine monatliche Statistik der Windrichtungen und der Winddrehungen für jeden Beobachtungsort macht, so kann man aus diesen die häufigsten Verwandlungen der Typen in jedem Monat ermitteln.

Ausserdem beweist die Statistik, dass man besonders in gebirgigen Gegenden Windvorhersagungen für eine grosse Ausdehnung nicht machen kann und dieses ist auch selbstverständlich, wenn man die Verschiedenheiten der Lage solcher Gegenden bedenkt und auch desshalb, weil die Isobaren im Meeresniveau nicht gleich sind jenen im andern Niveau."

Ein ungünstiges Resultat für die Vorhersage der Gewitter in Italien in Anlehnung an die Luftdruckvertheilung erhielt Schiaparelli [181]), indem er den Jahrgang 1877 und nachher in Verbindung mit Pini und Frisiani 1878 untersuchte.

Derselbe führte die Luftdruckvertheilung während der Gewitterperiode auf folgende 4 Typen zurück:

1) Atlantischer Typus. Das barometrische Maximum liegt an den Küsten von Frankreich und England, die Gradienten fallen nach Italien zu ab; die Luft staut sich an den Alpen, so dass auf der Nordseite hoher, auf der Südseite relativ niedriger Druck entsteht; die Isobaren drängen sich in den Alpen, die Luft steigt heftig in die Poebene hinab. „Bei weitem der grösste Theil der Gewitter tritt bei dieser Luftdruckvertheilung auf, besonders wenn sich die Isobaren statt parallel der Küste von Italien zu verlaufen, quer über die Halbinsel sich erstrecken und so in Oberitalien verschiedene Luftströmungen aus Südost und Südwest sich treffen."

2) Afrikanischer Typus. Das Maximum liegt zwischen Gibraltar und Tunis, die Isobaren verlaufen fast ostwärts; der warme Südwest kühlt sich an den Alpen ab und giebt so Veranlassung zur Gewitterbildung.

3) Heimischer Typus. Der Luftdruck ist über Italien gleichmässig vertheilt. Gewitter erfolgen an heiteren warmen Tagen, und ihre Entstehung wird durch den Einfluss der Alpen begünstigt.

4) Keine Gewitter finden statt bei ruhigem klarem Wetter bei hohem, gleichmässig vertheiltem Luftdrucke, bei zu niederer und

mässig hoher Temperatur und bei gegen Spanien und Frankreich abfallenden Isobaren.

In dem Berichte von 1878 heisst es: „Die Sache (Prognosenstellung) geht um so besser, je grösser der Ueberdruck auf dem Atlantic ist, je näher er der spanisch-marokkanischen Küste ist und wenn der hohe Druck nicht allein die Nordwestgrenze von Europa, sondern gleichzeitig das afrikanische und asiatische Litorale, zuweilen auch noch Russland bedeckt (2.—3. August 1878). In solchen entstehen neue und charakteristische Situationen, die immer von zahlreichen Gewittern begleitet sind. Diese werden dagegen verhindert durch ausgedehnte Depressionen in Osten und Südosten, welche den freien Durchzug der atlantischen Luftströme fördern. Bedeckt die Anticyclone nur den Canal oder die Nordsee, so legen sich zwar die Isobaren auch an die Alpen an, aber sie entfernen sich nicht gar weit von den Parallelen, der Abfluss der Luft geschieht leichter, es bildet sich nicht jene charakteristische Einbiegung in der Poebene, welche die Entwickelung der Gewitter so begünstigt. Auch die Pyrenäen scheinen den freien Zug der Luftmassen zu hindern, aber in weit geringerem Maasse, als die Alpen, sowohl wegen der geringeren Höhe und Ausdehnung, als auch wegen ihres geradlinigen und vom Parallel wenig abweichenden Verlaufes."

Aus diesen Untersuchungen ziehen Schiaparelli und Pini das Resultat, dass bis jetzt noch wenig Aussicht vorhanden ist, für die Praxis wirklich brauchbare Gewitterprognosen zu geben.

V. Die Anwendung localer Beobachtungen auf die Wetterprognosen.

Aus den vorhergehenden Darlegungen ist es zur Genüge klar, dass der Witterungscharakter in unseren Gegenden und seine mannigfachen Aenderungen durch die allgemeine Wetterlage und ihre Umwandlungen bedingt wird, und im Allgemeinen nicht durch örtliche Einflüsse. Indessen werden diese Localeinflüsse noch immer häufig als so gross hervorgehoben, dass sie die Aufstellung von Wetterprognosen für ein grösseres Gebiet erschweren, ja sogar unmöglich machen sollen. Worin eigentlich diese Localeinflüsse bestehen, wird in der Regel ganz mit Stillschweigen übergangen oder nicht mit genügender Klarheit entwickelt. Die einzigen Local-

einflüsse von erheblicher Bedeutung, welche mir bekannt sind und die bei der Prognose berücksichtigt werden können, werden hervorgerufen durch die Meeresnähe und durch mächtige und hohe Gebirgszüge, wie sie etwa die Alpenkette darstellt, alle übrigen Eigenthümlichkeiten der Erdoberfläche, wie z. B. isolirte Berge oder Gebirgszüge von geringerer Höhe, Thäler, Seen, Wälder etc. können den allgemeinen Gang der atmosphärischen Bewegungen nicht ändern und den allgemeinen Witterungscharakter nicht erheblich modificiren, höchstens sind sie nach den Erfahrungen, welche Billwiller für die Schweiz gemacht hat, im Stande, quantitative Differenzen in Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen und ganz geringfügige örtliche Differenzen im Witterungscharakter herbeizuführen. „Als Beispiel mag hier angeführt werden, bemerkt Billwiller[182]), dass im centralen Theil eines barometrischen Maximums, in welchem die Luft eine absteigende Bewegung hat, in der wärmeren Jahreszeit der Himmel überall hell und das Wetter warm und trocken ist. Nirgends treten bei einer solchen Situation auch nur kleinere locale Gewitter auf, welche unter anderen Verhältnissen in Gebirgen sich so leicht einstellen. Hier erweisen sich also die Modificatoren zweiter Ordnung (die oben in zweiter Linie genannten) ohne Einfluss. Sind jedoch, was jedoch nicht sehr häufig der Fall ist, über dem betreffenden Gebiet und dessen Umgebung keine vorherrschenden atmosphärischen Strömungen vorhanden, so machen sich allerdings auch die klimatischen Modificatoren zweiter Ordnung geltend. Der Witterungscharakter ist dann überhaupt ein unsicherer und schwankender und es können hierbei geringe Temperaturdifferenzen benachbarter Ortschaften in Folge verschiedener Insolationsverhältnisse leicht Luftströmungen und Condensationen des Wasserdampfes bewirken, die den Witterungscharakter zeitlich und örtlich sehr veränderlich gestalten. Bei solchen Situationen kann aber auch eine Prognose nichts weiter als den schwankenden Zustand der Atmosphäre, sowie die Neigung zu localen Niederschlägen signalisiren. Eine reine Unmöglichkeit wäre es, genau zu bestimmen, wo und wann letztere eintreten oder wie viele Regenschauer während des Tages an den einzelnen Ortschaften zu gewärtigen sind und welche Richtung und Intensität sie haben. Die Lösung dieses Problems erheischte eine immense Zahl von Daten über die meteorologischen Elemente in kurzen räumlichen und zeitlichen Intervallen, deren Verwerthung übrigens die Physik und die mathematische Analyse uns noch zu lehren hätten. Die oft ausgesprochene Ansicht, dass

hier ein erfahrener, praktischer Witterungsbeobachter mit Erfolg in die Lücke eintreten könnte, scheint uns durchaus unhaltbar. Wir möchten wissen, auf was für Anhaltspunkte gestützt, ein solcher schon am Vorabend bestimmen sollte, zu welcher Stunde des nächsten Tages sich ein lokales Gewitter erheben, wie stark der Niederschlag, wie lange Sonnenschein sein werde etc. Die sogenannten localen Wetteranzeigen sagen in solchen Fällen hierüber durchaus nichts Bestimmtes, sondern können auch nur den schwankenden Witterungscharakter constatiren."

Indem Billwiller die Prüfungsresultate der Prognosen für 1880 für Zürich, Reiden (Canton Luzern), Frauenfeld und Ebnat (beide im Canton St. Gallen) zusammenstellt, findet er, dass die günstigen und ungünstigen Prognosen an allen 4 Stationen fast immer auf dieselben Tage fallen, ein offenbarer Beweis dafür, dass die sogenannten Localeinflüsse den allgemeinen Witterungscharakter nicht erheblich alteriren können.

Mit den allgemeinen atmosphärischen Bewegungen stehen auch die localen Anzeichen, welche durch die Aenderung der meteorologischen Elemente, des Luftdrucks, der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Windverhältnisse, des Wolkenhimmels gegeben sind, in innigstem Verhältnisse und sind unabhängig von Localeinflüssen, und hieraus folgt die Nothwendigkeit, dass man die allgemeine Wetterlage kennen muss, um die Aenderungen der meteorologischen Elemente verstehen zu können, die sich an irgend einem Orte vollziehen. Hiernach beruht also die Behauptung, dass es einem isolirten Beobachter möglich sei, nur auf Grund seiner Ortsinstrumente und der Himmelschau, ebenso gut oder gar besser Prognosen für seinen Ort aufstellen könne, als die mit allen Hilfsmitteln der Wettertelegraphie ausgerüstete Centralstelle, auf Irrthum und Selbsttäuschung.

Andererseits sind die localen Beobachtungen der Aenderungen der meteorologischen Elemente in Anlehnung an die allgemeine Wetterlage für die Wetterprognose von hoher Bedeutung und kann hierdurch die Brauchbarkeit derselben erheblich erhöht werden. Meiner Ansicht nach besteht aber der Werth der Anwendung dieser localen Anzeichen auf die Prognose insbesondere darin, dass wir unter dem frischen Eindrucke der Witterungserscheinungen die Aenderungstendenzen am Orte intensiver verfolgen und ein gegründetes Urtheil darüber gewinnen können, in welcher Weise sich die Veränderungen der allgemeinen Wetterlage für die betreffende Gegend vollziehen werden.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, war die Seewarte stets bemüht, die Wirksamkeit des praktischen Witterungsdienstes durch die Einrichtung einer Anzahl passend vertheilter Localcentren zu erhöhen.

Nachdem schon im Jahre 1876 die Bildung von Localcentren höheren Orts ohne unmittelbaren Erfolg angeregt war, kam dieselbe auf der am 12. und 13. September 1878 bei Gelegenheit der Naturforscherversammlung in Cassel einberufenen Conferenz von Fachmeteorologen, Land- und Forstwirthen und Vertretern der Presse nochmals zur Sprache. In dem dort aufgestellten Programm [183]) heisst es unter Anderem:

„Zur Durchführung einer praktischen Wetterprognose haben von der Seewarte, welche Centralstelle für die Wettertelegraphie des Deutschen Reiches ist und als Centralstelle für den landwirthschaftlichen meteorologischen Dienst erachtet werden muss, Mittheilungen über die allgemeinen Witterungsverhältnisse in Centraleuropa, die unter Zuhilfenahme von Berichten mehr localer Natur und von Localindicien zur Basis für eine Wetterprognose dienen und eine allgemeine Wetterprognose alltäglich, also auch an Sonn- und Feiertagen, an die Localcentren zu gehen.

Anzahl und Auswahl der Localcentren zu bestimmen, ist gegenwärtig noch nicht möglich, es muss dieses vielmehr Sache besonderer, auf noch anzustellenden Erhebungen gegründeter Vorschläge sein: nur lässt sich soviel hierüber bestimmen, dass sich die betreffenden Einrichtungen zweckmässig an die bereits bestehenden Institutionen anlehnen sollten: Vororte landwirthschaftlicher Distriktsvereine (oder demselben analoge Einrichtungen) eignen sich vorzugsweise für Localcentren zur Verbreitung von Witterungsnachrichten.

Damit ein Ort für die Wahl als Localcentrum geeignet sei, muss derselbe an einer Telegraphenleitung und Eisenbahn liegen, sowie die Möglichkeit bieten, lithographisch oder anders drucken zu lassen, eine Person aufzubieten vermögen, welche die erforderliche Fertigkeit besitzt, die Mittheilungen der Seewarte zu entziffern und in eine für das Publikum verständliche Form zu bringen und die Kenntniss zur Ausübung der localen Wetterprognose."

Später im Jahre 1880 wurde auf der Conferenz der Vorstände deutscher meteorologischer Centralstellen der Beschluss gefasst [184]), dass Wetterprognosen, wo immer möglich, nur im Zusammenhange mit vollständigen Berichten über Witterungsthatbestände veröffentlicht würden und zwar aus dem Grunde, damit das Publikum die

nothwendig allgemein gehaltene Prognose nicht als ein Orakelspruch blindlings hinnehmen solle, und ihm Gelegenheit gegeben werde, sich selbst über die Grundlage der Prognose ein Urtheil zu bilden und dieselbe nach den localen Beobachtungen zu modificiren nöthigenfalls in der Lage sei [185]). Ferner trat die Conferenz der Auffassung, dass jede Beobachtungsstation berufen sei, Witterungsaussichten selbstständig zu stellen, auf das Entschiedenste entgegen, nur von den Localcentren, welche im Besitze eines hinreichenden Materials seien, sei das Aufstellen von Prognosen gerechtfertigt.

Den staatlichen Einrichtungen entsprechend, war es der Seewarte nur möglich, anregend, aber nicht entscheidend hier einzugreifen, und wenn auch eine rationelle Einrichtung von Localcentren stets als die wesentlichste Bedingung für den erspriesslichen Erfolg der Wetterprognose angesehen wurde, so musste sich die Seewarte damit begnügen, überall dort, wo kein meteorologischer Dienst organisirt war, allgemeine Prognosen gleichzeitig mit Witterungsthatbeständen, sowie die allgemein gehaltenen Witterungsaussichten der täglichen autographirten Wetterberichte zu versenden, die Verwerthung dieser Mittheilungen dem Publikum überlassend. Allein „einmal die Unmöglichkeit, eine Controlle über die Verbreitung solcher Prognosen ohne stramme, über das Gebiet des Deutschen Reiches sich erstreckende Organisation üben zu können, sowie andererseits die von Anfang an betonte Nothwendigkeit der Localisirung einer wirksamen Wetterprognose, welcher man mangelnder Organe wegen nicht gerecht werden konnte, sowie endlich auch die vielgestaltige höchst schwerfällige, der Seewarte allein zufallende Rechnungslegung über den Betrieb des fraglichen Prognosendienstes liessen der Direction die Einstellung der Wetterprognose an die Presse als unabwendbar erscheinen. Einem diesbezüglichen Antrage der Direction an den Chef der Admiralität wurde denn auch Folge gegeben und höheren Orts verfügt, dass der besagte Dienst eingestellt werden solle. Die hohe Verfügung hatte weder eine Einwirkung auf den Erlass und die Veröffentlichung täglicher Wetterprognosen in den autographirten Wetterbulletins der Seewarte, noch auch auf das Sturmwarnungswesen“ [186]). —

Wenn ich auch nicht der Ansicht bin, dass jeder sein eigener Wetterprophet sein soll, so glaube ich doch, dass jeder sich bestreben sollte, sich ein eigenes Urtheil über eine Sache zu verschaffen, die seinen Interessen so ausserordentlich nahe liegt und daher wollen wir versuchen, den Weg anzugeben, auf welchem man

nach Maassgabe des vorhandenen Materials zu einer richtigen Beurtheilung der Aenderung der Wetterlage aus localen Anzeichen kommen kann. Ich setze hierbei ausdrücklich voraus, dass man aus den Wetterberichten oder den Wetterkarten der Zeitungen oder sonstigen Wetterkarten die allgemeine Wetterlage über Westeuropa kennt und die Aenderungen Tag für Tag verfolgt. Nebenbei werde ich auch noch einige Gegenstände besprechen, welche als Hilfsmittel der localen Wetterprognose angesehen und als solche verwendet werden.

Ueber die Aenderungen des Luftdrucks, der Temperatur und des Wetters überhaupt bei Annäherung, beim und nach Vorübergang einer Cyclone wurde in den vorigen Capiteln ausführlich gesprochen, es wird daher genügen, nur noch einige Punkte hier speciell hervorzuheben, die besonders wichtig sind, oder die noch einer eingehenderen Erörterung bedürfen.

Was zunächst den Luftdruck betrifft, so ist nicht so sehr auf den eigentlichen Stand des Barometers zu sehen, wie es früher allgemein geschah (daher die wetterprophetischen Skalen)*), sondern mehr auf das Steigen und Fallen desselben; wenn wir dann die durch die Wetterkarten gegebene allgemeine Wetterlage zu Rathe ziehen, dann wird das Barometer ein eigentliches „Wetterglas“ und ein mehr zuverlässiger Rathgeber. Die Regel, dass bei niedrigem Barometerstande das Wetter schlecht und oft unruhig, bei hohem schön und ruhig ist, ist allerdings im Allgemeinen richtig (vgl. I. Theil dieses Handbuches pag. 269), erleidet aber in einzelnen Fällen mannigfache Ausnahmen, zu deren Verständniss die Wetterkarten den Schlüssel bieten.

Wenn man gleichzeitig mit den Aenderungen des Barometers diejenige des Windes am Orte beobachtet und mit einander vergleicht, so kann über die Aenderungen meistens kein Zweifel sein, welche sich in der Wetterlage vollziehen. Ein ganz besonderes Augenmerk ist dabei auf das Auftreten und die Entwickelung der Theildepressionen zu legen, die sich besonders gerne im Süden der britischen Inseln und über der Nordsee auf der Südseite von Hauptdepressionen auszubilden pflegen; man erkennt ihre Annäherung

* Es erscheint empfehlenswerth und mehr dem Stand der jetzigen Zeit entsprechend, die landläufigen Barometerskalen mit den Wetteranzeichen aufzugeben und dafür (neben der Millimetertheilung) den mittleren Stand deutlich zu markiren, damit man sofort ablesen kann, wie viel Millimeter das Barometer über dem Mittel oder unter demselben steht.

hauptsächlich an dem Verhalten der Windfahne, deren Bewegung dann nicht der Hauptdepression folgt. Diese Theildepressionen, welche bis jetzt leider noch nicht genügend studirt sind, sind für die Wetterprognosen am meisten störend und tragen wesentlich dazu bei, die Unsicherheit derselben zu erhöhen, indem sie rasche und tiefgreifende Witterungsänderungen hervorrufen, die uns sehr oft unvermuthet überraschen.

Auf einen Fall möchte ich noch ganz besonders aufmerksam machen, welcher sehr häufig vorkommt. Geht bei uns eine Depression vorüber, und wird durch die Aenderungen von Wind und Luftdruck in Irland das Herannahen einer neuen Depression signalisirt, so ist wahrscheinlich, dass eine Zone relativ hohen Luftdruckes über uns weggehen wird und wir haben dann zunächst aufklarendes Wetter mit abnehmenden Winden zu erwarten. Indessen ist dieser Zustand nur ein vorübergehender, der Gang des Barometers und der Windfahne (neben der Windstärke) giebt uns Anhaltspunkte über die Dauer desselben.

Bei der Aufstellung der Prognosen auf Lufttemperatur sind zunächst die Bewölkungsverhältnisse zu berücksichtigen. Da in der wärmeren Jahreszeit die Einstrahlung, in der kälteren die Ausstrahlung überwiegt, so wird der grösseren Wärme in der ersteren die geringere Bewölkung, in der letzteren die grössere Bewölkung entsprechen, so dass also der Depression im Winter mildes, im Sommer kühles und der Anticyclone im Winter kaltes und im Sommer warmes Wetter im Allgemeinen entspricht. Ebenso ist aus bereits oben entwickelten Gründen nicht die Windrichtung an und für sich, sondern der Ursprung der Winde zu beachten, insbesondere in der kälteren Jahreszeit und bei lebhafter Luftströmung, indem derselbe Wind je nach seinem Ursprung ganz verschiedene Eigenschaften haben kann. Aus der Berücksichtigung dieser beiden Punkte erhalten wir wieder wichtige Anhaltspunkte für die locale Wetterprognose, die Beschaffenheit der Winde am Beobachtungsorte geben uns Aufschluss über den Witterungscharakter der Gegend, aus welcher sie gekommen sind, ob sie der Rückseite einer Depression entstammen, oder ob ihre Ursprungsstätte im Bereiche einer neuen Depression liegt, die jetzt herannaht.

Eine Art Localprognose, welche, auf streng wissenschaftlicher Grundlage beruhend, für die Praxis durchaus verwerthbar ist und bei deren Aufstellung in den allermeisten Fällen das wettertelegraphische Material ganz entbehrt werden kann, will ich hier ganz

besonders hervorheben, um so mehr, als hierbei nur sehr einfache und wenig kostspielige Instrumente zur Verwendung kommen, und die Beobachtungen leicht angestellt werden können, ich meine die Prognose auf Nachtfrost[187]).

Es ist bekannt, dass die Thaubildung der Abkühlung entgegenwirkt, so dass die Abkühlung der Luft dann mehr oder weniger aufhört, sobald der Thaupunkt eingetreten ist, d. h. die Temperatur, bei welcher die Luft sich im Zustande vollkommener Sättigung befindet. Jede weitere Abkühlung bewirkt Condensation des Wasserdampfes und damit frei werdende Wärme. Liegt daher bei ruhigem klarem Wetter am Abend (etwa nach Sonnenuntergang) der Thaupunkt der Luft einige Grade über dem Gefrierpunkte, so ist Nachtfrost nicht zu befürchten, dagegen wohl, wenn derselbe unter dem Gefrierpunkte sich befindet.

Es ist also in einem gegebenen Falle nur nöthig, nach Sonnenuntergang den Thaupunkt zu bestimmen, um sofort entscheiden zu können, ob Nachtfrost zu befürchten ist oder nicht.

Die Instrumente, deren man sich zu dieser Bestimmung bedient, sind das Psychrometer oder das Hygrometer, deren Einrichtung hier als bekannt vorausgesetzt wird; eine einfache Rechnung oder eine ein für allemal fertig gestellte Tabelle giebt dann den Thaupunkt. Die Hygrometer*) bedürfen indessen stets der Controlle und der Justirung, daher dürfte für weniger Geübte das Psychrometer vielleicht vorzuziehen sein.

Wir geben im Folgenden eine graphische Darstellung nach Lang, wonach es möglich ist, die Lage des Thaupunktes zu bestimmen, wenn die Differenzen des trockenen und feuchten Thermometers (des Psychrometers), oder die Hygrometerstände (relative Feuchtigkeit in Procenten) gegeben sind (siehe Fig. 60).

Die Temperaturen des trockenen Thermometers sind als Abcissen (wagerecht) aufgetragen, die Psychrometerdifferenzen als Ordinaten (senkrecht). Die scharf ausgezogene Linie (aa) entspricht dem Thaupunkte 0°, die punktirte Curve (bb) bezeichnet die relative Feuchtigkeit bei gleichem Thaupunkte. Zwei Beispiele werden das Verfahren bei Bestimmung des Thaupunktes sofort klar machen:

1) Bei einer Psychrometerbeobachtung sei:

*) Wir empfehlen die Hygrometer von Koppe, zu beziehen durch Hottinger u. Co. in Zürich. Preis 32 Mark.

die Temperatur des trockenen Thermometers		+ 8,6°,
„ „ „ feuchten	„	+ 5,9°,
daher die Psychrometerdifferenz		2,7°.

Man markirt auf der wagerechten unteren Linie den Punkt 8,6°, auf der senkrechten rechts denjenigen 2,7°, fällt Senkrechte und erhält den Durchschnittspunkt 0 (siehe Figur), dieser liegt unter

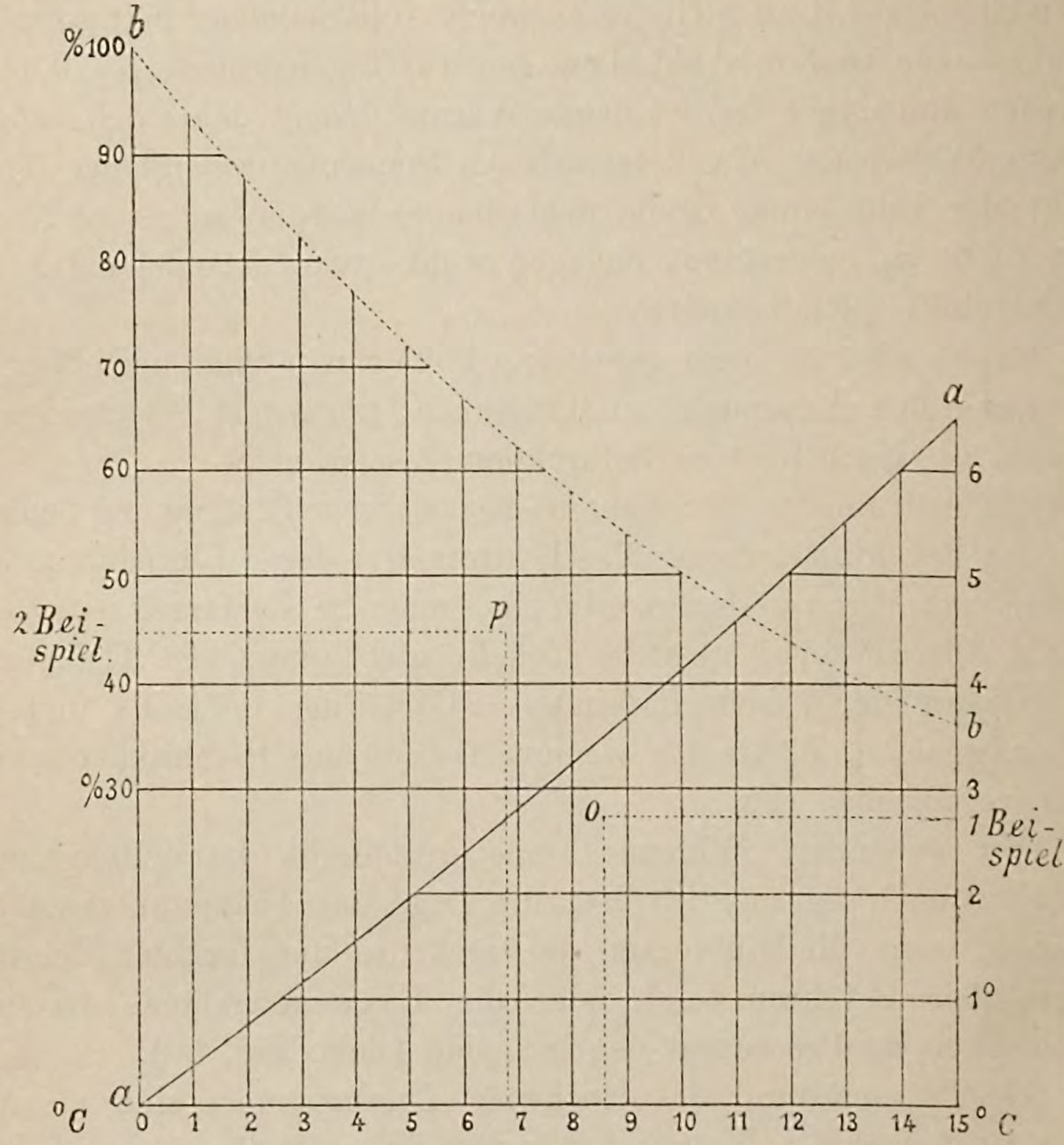


Fig. 60.

der Linie, und also steht Nachtfrost nicht in Aussicht, und zwar um so weniger, je tiefer dieser Punkt unter der Linie sich befindet.

2) An einem gut justirten Hygrometer beobachte man 45% relative Feuchtigkeit, während die Temperatur in der freien Luft 6,8° beträgt, man findet dann nach der Figur den Punkt p, welcher unter der punktirten Linie bb liegt und in diesem Falle ist Nachtfrost wahrscheinlich, während derselbe nicht zu erwarten ist, sobald p über der Linie bb zu liegen kommt.

Für die Localprognose auf Regen wird von verschiedenen Seiten das Spektroskop anempfohlen [188]. Schon frühzeitig war auf die Bedeutung des Spektroskopes für die Vorhersage des Wetters hingewiesen worden, hauptsächlich aber war es Piazzi Smyth, welcher diesem Instrumente bei den Beobachtern eine grössere Verbreitung gab. Einige Linien unseres Sonnenspektrums nämlich treten kräftiger hervor, wenn in unserer Atmosphäre die Wasserdampfmenge zunimmt und treten mit abnehmendem Wasserdampf zurück. Die für unsere Zwecke am wichtigsten Linien, die sogenannten „Regenbänder" liegen zwischen dem Ende des Roth bis zum Anfang des Grün, zwischen B und D (siehe Figur 61).

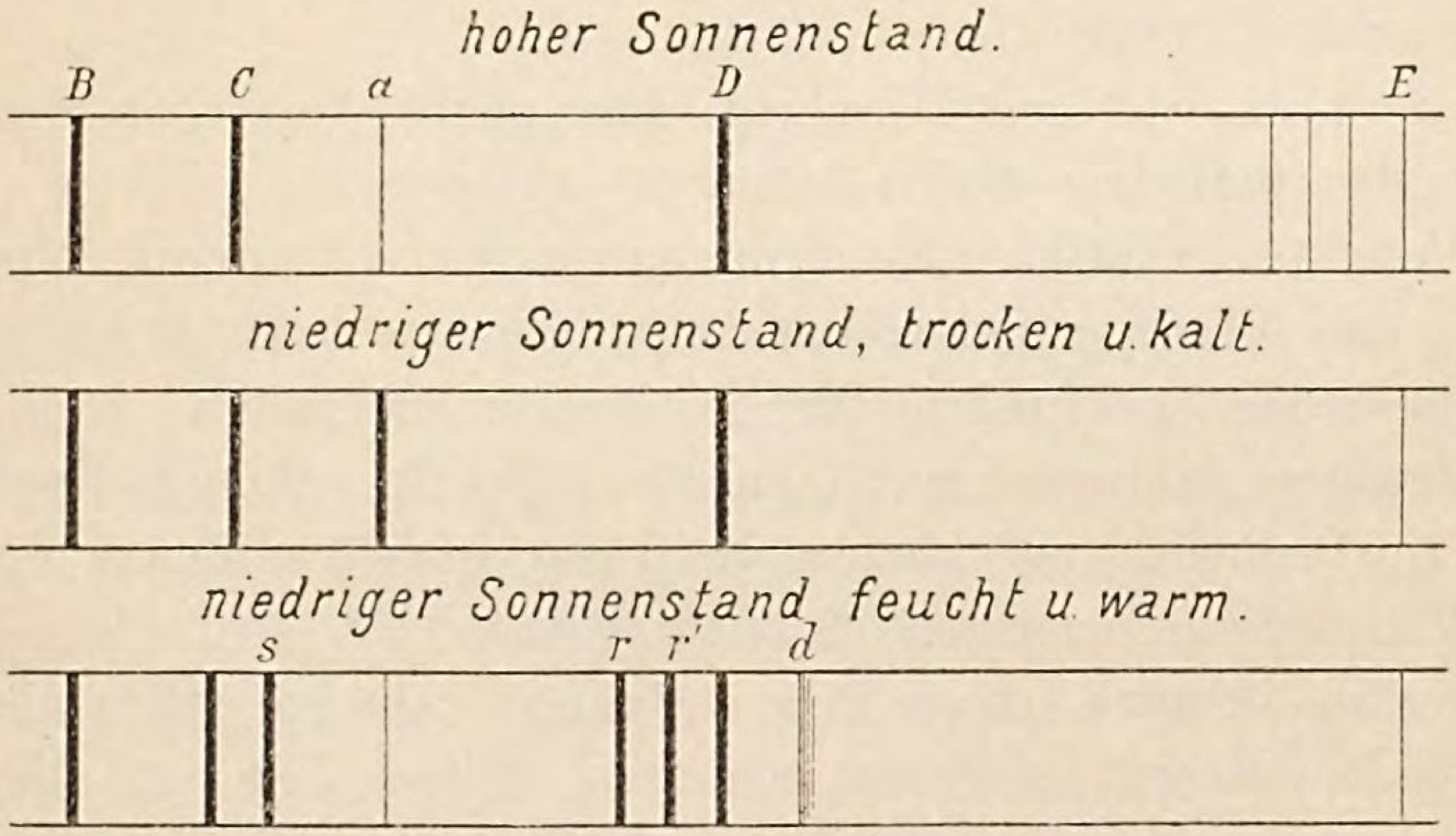


Fig. 61.

Bei feuchtem Wetter befindet sich jenseits C eine stark hervortretende dunkle Linie s und ein doppeltes Band rr¹ (das Hauptband) und endlich jenseits D der breite Streifen d.

Ein Vergleich der gewöhnlichen meteorologischen Feuchtigkeitsbeobachtungen mit den spektroskopischen Beobachtungen des Regenbandes (rr¹) zeigte nach Smyth: 1) dass im Allgemeinen die Intensität des Regenbandes im Spektrum des zerstreuten Lichtes der Feuchtigkeit proportional wächst; 2) dass daher in warmen Gegenden, wo grössere Feuchtigkeitsmengen vorhanden sind, das Regenband viel ausgeprägter zu beobachten ist; 3) dass die spektroskopische Beurtheilung des Feuchtigkeitsgehalts vielfach allein Aufschluss giebt über den wahren Feuchtigkeitszustand der Luft, da das Licht, welches im Spektroskop analysirt wird, die ganze Luftsäule durchdringt, während das Psychrometer nur eine sehr beschränkte Umgebung beherrscht; 4) dass allerdings in kalten Gegenden oder in

kalter Jahreszeit, wo die Luft sehr wasserdampfarm ist, das Regenband wenig hervortritt.

Obwohl nach Smyth die wahrnehmbare Intensität des Regenbandes für jedes Instrument eine andere sein wird, je nach seinem Zerstreuungsvermögen, und dieselbe auch für verschiedene Gegenden innerhalb verschiedener Grenzen schwankt, so dass sich jeder Beobachter für sein Instrument einüben und die Beobachtungen mit Rücksicht auf seine Gegend beurtheilen muss, so giebt es doch eine entscheidende Stärke, die von Jedem mit jedem Instrumente überall erkennbar ist, und welcher jedesmal binnen wenigen Stunden der Regen folgt, zuweilen ein wolkenbruchartiger Regen, wenn nämlich das Regenband, man möchte sagen, mit „schreckenerregender Intensität" auftritt.

Smyth macht den Vorschlag, die spektroskopischen Beobachtungen den täglichen Aufzeichnungen beizugeben.

Die später gemachten Erfahrungen von Rand Capron, Winslow Upton und Klein stimmen mit denjenigen von Smyth überein, so dass diese das Spektroskop für ein Instrument halten, welches in der wärmeren Jahreszeit mit lohnendem Erfolge für die Regenprognose (insbesondere auf kürzere Zeit) verwendet werden kann.

Während des vorigen Sommers habe ich sehr fleissig das Spektroskop benutzt, muss aber gestehen, dass ich zu keinem befriedigenden Resultate gekommen bin. Diese Zeit ist allerdings viel zu kurz, um sich ein endgültiges Urtheil über die Brauchbarkeit dieses Instrumentes zu verschaffen, genügt aber immerhin die sanguinischen Hoffnungen, welche man an die spektroskopischen Beobachtungen knüpfte, erheblich herabzustimmen. Indessen erscheint es jedenfalls erwünscht, an verschiedenen Orten nach einheitlicher rationeller Methode längere Zeit Beobachtungen anzustellen, um auch quantitativ den Werth des Spektroskops für die Wetterprognose feststellen zu können.

Ein anderes Hilfsmittel zur localen Vorhersage von Regenwetter glaubte man in dem Funkeln (Scintillation) der Sterne zu finden, eine Ansicht, deren Richtigkeit durch die Untersuchung ebenfalls noch nicht genügend entschieden ist[189]). Das Bild eines Sternes beschreibt im „Scintillometer", einem Fernrohre, vor dessen Ocular eine schwache Hohllinse angebracht ist, die in rasche Rotation versetzt werden kann, einen Kreis, und, wenn jener funkelt (glitzert), zerfällt dieser in Kreisbogen, die in lebhaft gefärbten Regenbogenfarben glänzen. Montigny, welcher der Beziehung zwischen

dem Funkeln der Sterne und den Witterungsänderungen viele Jahre lang seine Aufmerksamkeit zugewendet hat, kam aus 1820 an 230 Tagen angestellten Beobachtungen zu folgendem Hauptresultate: „die Intensität der Scintillation wächst stets mit dem Eintritte oder dem Herannahen von Regenwetter und mit der Zunahme des Dunstdruckes einerseits und der Zunahme des Luftdruckes und der Temperatur andererseits. Der Einfluss der zwei zuerst erwähnten Factoren ist mehr fühlbar, als der combinirte Effect der zwei letzteren. Das Funkeln der Sterne ist im Winter durchschnittlich stärker als im Sommer und wächst zu allen Jahreszeiten mit dem Eintritt der feuchten Witterung. Die Scintillation nimmt zu nicht allein an den Regentagen selbst, sondern schon ein bis zwei Tage früher, und nimmt unmittelbar nach dem Aufhören des Regens wieder ab. Ausserdem wächst die Intensität des Funkelns während heftiger Winde und beim Herannahen einer Barometerdepression, sie erreicht ihr Maximum, wenn die Depression die Nähe des Beobachters passirt. Sie überschreitet dann reichlich den mittleren Werth, den sie an Regentagen erreicht, und der Einfluss der grossen Bewegungen in der Atmosphäre übertrifft dann weitaus den entgegengesetzten Einfluss der Erniedrigung des Luftdruckes."

Später constatirte Montigny, dass beim Vorherrschen der blauen Farbe im Scintillometer Regen zu erwarten ist, wenn derselbe schon bereits nicht gekommen ist, und dass dieser um so ergiebiger und anhaltender auftritt, je reichlicher und markirter die blaue Farbe hervortritt. Im Jahre 1883 und 1884 fand Montigny, dass die blaue Farbe weniger häufig ausgesprochen sei, und gründete hierauf die Behauptung, dass die Wassermenge in den oberen Luftschichten geringer sein müsse, als in den früheren Jahren, und stellte desshalb die Prognose auf, dass in dem laufenden Jahre der Regen weniger ergiebig und weniger häufig fallen würde, als dieses durchschnittlich der Fall sei.

Montigny findet den Grund dieser Erscheinung darin, dass Licht, welches durch Wasser hindurch gegangen ist, blau erscheint, so dass also von den Sternen kommende Lichtstrahlen um so mehr blau aussehen, je mehr Wasser sie auf ihrem Wege antreffen.

Auch die Durchsichtigkeit (Sichtigkeit) der Luft hat man für die Regenprognose zu Hilfe genommen. Ralph Abercromby fand die Ansicht, dass grosse Durchsichtigkeit der Luft als Vorbote andauernden Regens gelte, wenigstens für England durch seine Beobachtungen bestätigt [190]).

In Upsala wurden von Hamberg [191]) Beobachtungen über die Durchsichtigkeit der Luft gemacht, indem die Deutlichkeit von 10—15^{km} entfernt liegenden Gegenständen geschätzt wurde. Als Beziehung zwischen der Durchsichtigkeit der Luft (0 = ausserordentlich durchsichtig, 5 = äusserst getrübt durch Nebel oder Höhenrauch) und der Menge und Frequenz des Regens erhielt Hamberg aus den Beobachtungen von 1874—1877:

Grade der Durchsichtigkeit		0	1	2	3	4	5
Mittlere Niederschlagsmenge	mm	0,35	0,49	0,62	1,05	1,43	2,30
Anzahl der Tage mit Niederschlag	%	17	21	28	35	47	70

Hiernach wächst also die Regenwahrscheinlichkeit und die Regenmenge mit der Trübung; indessen gilt dieses nicht in gleichem Maasse für die einzelnen Monate, wie nachstehende Tabelle zeigt:

	Mittl. Regenm. pro Tag		Tage mit Niederschl. %			Mittl. Regenm. pro Tag		Tage mit Niederschl. %	
	Grad 0—2	Grad 3—4	Grad 0—2	Grad 3—4		Grad 0—2	Grad 0—4	Grad 0—2	Grad 3—4
Jan.	0,61	0,65	35	27	Juli	0,88	1,14	31	36
Febr.	0,09	0,69	10	30	Aug.	0,99	2,40	34	47
März	0,25	1,45	14	52	Sept.	0,63	2,21	24	62
April	0,45	0,52	17	27	Oct.	0,30	1,06	17	50
Mai	0,57	0,96	25	36	Nov.	0,45	0,96	28	38
Juni	0,70	1,14	20	22	Dec.	0,30	0,85	33	40

Jenes Verhältniss tritt also nur in den Monaten Februar, März, September und October ganz entschieden hervor.

Wir haben diese Untersuchungsresultate nur der Vollständigkeit wegen hier angeführt und überlassen es dem Leser, die Anwendbarkeit derselben auf die Wetterprognose selbst zu prüfen.

Viel mehr, als die vorher besprochenen Hilfsmittel der Localprognose, bietet die aufmerksame Beobachtung der Vorgänge am Wolkenhimmel, welche uns Aufschluss geben über die Erscheinungen, welche sich über uns abspielen und die nicht selten wichtige Zeichen für die kommende Witterung abgeben. Daher erscheint es lohnend, etwas ausführlich diese Beziehungen zu besprechen und zwar wird es sich empfehlen, zunächst den Ausführungen des bedeutendsten Wolkenkenners, Clement Ley [192]) hier der Hauptsache nach zu folgen, die allerdings speciell für die britischen Inseln ausgesprochen sind, aber mit geringen Modificationen auch für unsere Gegenden sich verallgemeinern lassen.

Ueber die verschiedenen Formen und über das allgemeine Verhalten, sowie über den Zug der Wolken ist oben ziemlich eingehend gesprochen worden, wir haben uns hier nur noch mit der Bedeutung der Wolken für die Wetterprognose zu beschäftigen.

Wenn ein Cyclonencentrum direkt auf uns zukommt, erscheint gewöhnlich am heiteren Himmel ein Cirrusstreifen häufig schon dann, wenn die Bewegung des Barometers noch keine heranrückende Störung vermuthen lässt. Diese feinen Cirrusfäden werden nach Ley durch elektrische Abstossung auseinandergehalten, indem dieselben wie horizontale Elektricitätsleiter wirken. Bei weiterer Entwickelung werden die Fäden immer dichter und nehmen nach und nach eine Gestalt an, die immer weniger erkennbar ist, den Himmel mit einem dichten Vorhange überziehend und die Höfe um Sonne und Mond erzeugend. In einem anderen Falle überzieht sich der Himmel langsam mit einem ausserordentlich feinen Schleier, welcher schon vom Anfange an eine Struktur nicht erkennen lässt.

Bei weiterem Vorrücken der Wolkenbank erscheint die untere Fläche niederer, es treten untere Wolken auf, während jetzt auch das Barometer zu fallen beginnt, ein Zeichen, dass die Cyclone in unsere Witterungszustände bereits eingegriffen hat. Immer dichter wird die Wolkenmasse, die den Himmel einförmig umhüllt, Niederschläge treten ein und der Wind fängt an aufzufrischen. Ungefähr wenn das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht hat, tritt Aufklaren ein und wir erhalten Witterungszustände, die von Grund aus von jenen verschieden sind, die wir eben beschrieben haben: der Wind hat einen durchaus böigen Charakter, Sonnenschein wechselt mit Regenschauern, die oberen Wolken ziehen aus derselben Richtung wie der Unterwind, wir befinden uns auf der Rückseite der Cyclone.

In den allermeisten Fällen gehen die Cyclonen im Nordwesten oder im Norden an uns vorüber. Wir erblicken dann die von der Cyclone auslaufenden Cirruswolken zuerst am westlichen oder westnordwestlichen Horizonte, dieselben ziehen zuerst aus einem Punkte, der nach Nordwesten hin liegt, nachher drehen sie nach Westen oder etwas über Westen hinaus zurück, um später wieder aus Westen und Nordwesten zu ziehen. Diese Wolkenbank ist weniger dicht und hat ein weniger wässeriges Aussehen, wenn sie sich weiter entwickelt, als diejenige, welche auf der Bahn des Centrums liegt, und nimmt häufig die Gestalt des Cirrocumulus an. Streift uns die Regenarea, so haben wir eher Regenschauer, als länger anhaltende Regen zu erwarten, das Aufklaren erfolgt allmählicher, überhaupt erfolgen die Witterungsänderungen langsamer, als nahe am Centrum.

Geht die Depression südlich, an uns (ostwärts) vorüber, so erblicken wir zunächst am südwestlichen Horizonte eine Bank von

Cirrostratuswolken, die, aus südlicher bis westsüdwestlicher Richtung ziehend, sich uns nähert. Bei fallendem Barometer und nordöstlichem Winde überzieht sich dann der Himmel gewöhnlich mit unteren Wolken, die die oberen in der Regel unserer Wahrnehmung entziehen; wenn wir diese dennoch erblicken, so werden wir meistens ein Zurückdrehen derselben nach Südost bemerken. Der Regen ist andauernd, kalt und dicht. Nach Vorübergang der Cyclone erfolgt das Aufklaren langsam, es zeigen sich dunstige Luft und Wolkenschleier, die nur nach und nach sich lösen.

Eine sehr rasche Entwickelung der Cumuluswolken nach aufwärts, während die Aussenlinien markirt sind, gilt nach Cl. Ley für ein schlimmes Zeichen, insbesondere wenn die oberen Partieen in rascher Bewegung und Umwandlung begriffen sind. Befinden sich unter ihnen noch eine Menge loser Schichtwolken, die sie nach und nach in sich aufnehmen oder abstossen, so ist vor Abend Regenwetter zu erwarten. Dagegen ist trockenes Wetter wahrscheinlich beim umgekehrten Falle, wenn die Cumuluswolken unter den Stratuswolken liegen und sich mit ihnen zu verschmelzen scheinen, insbesondere dann, wenn jene einen verwaschenen Untergrund haben.

Manchmal, insbesondere im Frühjahre und im südöstlichen Theile einer Anticyclone breitet sich der obere Theil einer Cumuluswolke schirmförmig aus, wodurch dann das Ganze dem Ansehen eines Pilzes nicht unähnlich wird. Obgleich diese Bildungen ein drohendes Aussehen haben, so verursachen sie nach Ley selten oder nie einen Regenschauer.

Eine besondere Art Wolke erwähnt Cl. Ley, die er seinen „Liebling“ nennt und die auch manchmal an unserem Himmel gesehen wird. Es ist eine sehr hohe Stratuswolke, aus deren oberer Fläche zahlreiche Erhöhungen und Thürmchen entspringen (siehe Wolkentafel). Diese Wolkenformen sind desshalb von Interesse und Wichtigkeit, weil sie Vorboten von Gewittern sind, insbesondere dann, wenn sie mit grosser Geschwindigkeit von einem südöstlichen oder südlichen Punkte ziehen, während etwas tiefere Wolken rasch aus Nordost oder Ost sich bewegen.

Ich habe diese Wolken in Hamburg einigemal beobachtet — sehr häufig scheinen sie nicht vorzukommen — und habe die Behauptung Ley's bestätigt gefunden.

Für die Zwecke der Landwirthschaft ist es von hoher Wichtigkeit, einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten sowie dem Verhalten der oberen Wolken und dem Beginne des Regens aufzu-

finden. Es liegen mir zwei nach dieser Richtung den Gegenstand behandelnde Arbeiten vor, deren Resultate ich hier mittheilen will.

Aus einjährigen Beobachtungen der oberen Wolken (December 1881 bis Ende November 1882) leitete Böcker[193]) für das nordwestliche Deutschland (Oberhausen a. R.) folgende Zahlenwerthe für die Wahrscheinlichkeit des Eintritts von Niederschlägen nach dem Erscheinen der Cirren ab.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Zus.
Häufigk. d. Cirren	14	10	8	20	21	26	24	24	21	19	25	23	235
„ „ Niederschl.	11	7	6	12	14	16	17	20	18	14	15	18	168
Regenwahrsch. %	79	70	75	60	66	61	70	83	85	73	60	78	72%

Winter 75%, Frühjahr 62%, Sommer 79%, Herbst 70%.

Der Vorsprung der Cirruswolken vor den nachfolgenden Niederschlägen beträgt in Stunden (es sind nur diejenigen Cirren berücksichtigt, welche das Herannahen einer barometrischen Depression zum ersten Male signalisirten, also nicht die eventuellen Wiederholungen am 2. und 3. Tage; als Grenze des Vorsprunges wird eine Zeitdauer von 48 Stunden angenommen):

Cirrus aus	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	nicht ermittelt	Mittel
1881 Dec. .	—	24	9,5	—	17	—	—	—	14,5	18,4
1882 Jan. .	—	28	—	24	—	—	—	—	—	25,2
Febr.	—	27	10	14	—	—	—	—	—	16,2
März .	16	5	—	18	—	—	—	—	—	10,4
April	24	20	7	24	—	—	—	—	—	16,1
Mai .	24	21	—	—	21	—	—	—	—	22,0
Juni .	—	26	15	21	20	—	—	—	10	18,2
Juli .	—	19	14	37	—	48	—	—	8	21,7
Aug. .	—	16	15	25	—	—	—	36	—	20,3
Sept. .	24	24	10	27	22	—	34	17	—	23,3
Oct. .	22	21	24	24	—	—	—	24	—	19,2
Nov. .	—	12	8,5	14	—	—	—	—	8	10,7

Winter 20, Frühjahr 16, Sommer 20,1, Herbst 17,7, Februar 18,5 Stunden.

Vorsprung der Cirren, unter Berücksichtigung der Barometerstände (Jahresmittel).

Barometer über 756 mm	Barometer unter 756 mm
22,3 Stunden	13,7 Stunden.

Aus seiner Untersuchung zieht Böcker folgende Schlussresultate:

„1) Die weitaus meisten Cirruswolken ziehen aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung.

2) Ihre Häufigkeit ist in den Sommermonaten Juni bis August am grössten.

3) Die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Niederschlägen ist bei den Cirren aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung am grössten, ausserdem aber auch im Sommer, während sie im Frühjahr den kleinsten Betrag nachweist. Im allgemeinen ist unter hundert Fällen 72mal Niederschlag zu erwarten, wenn sich Cirruswolken am Himmel zeigen; ziehen diese aus Südwest, West oder Nordwest und aus zwischen diesen Himmelsrichtungen liegenden Compassstrichen, so tritt in hundert Fällen 80mal Niederschlag ein." —

Indessen ist hierbei zu berücksichtigen, dass hier ein Zeitraum von 48 Stunden in Rechnung gezogen ist. Für das nordwestliche Deutschland beträgt die Regenwahrscheinlichkeit für die folgenden 24 Stunden 47, so dass also in hundert Fällen 47mal der folgende Tag ein Regentag ist. Für den zweitfolgenden Tag bleiben also noch 53 Tage übrig, von welchen $\frac{53 \cdot 47}{100} = 25$ Tage Regentage sind. Es würden also unter 100 Tagen $47 + 25 = 72$ Tage vorkommen, an welchen es innerhalb des Zeitraums von 48 Stunden regnet. Die obige erstere als allgemeine Durchschnittszahl angegebene Regenwahrscheinlichkeit entspricht mithin dem Zufall, während die letztere den Zufall um 8% übertrifft.

4) Die durchschnittliche Dauer eines Regenwetters erscheint am grössten, wenn die Cirren anfänglich aus Nordwest heranzogen. Hierbei wird man häufig die Beobachtung machen, dass diese nordwestliche Zugrichtung häufig bald in eine westliche oder gar südwestliche übergeht, wie denn überhaupt die Drehung der Zugrichtung, also die Drehung des Windes in grösserer Höhe in dem Sinne Nordwest — West — Südwest — West — Nordwest zu erfolgen scheint, wenn eine Depression nördlich vom Beobachter vorbeizieht (vergl. oben S. 397).

5) Obgleich die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Niederschlag im Frühjahre geringer ist als im Winter und im Sommer, so tritt alsdann doch der Niederschlag in kürzerer Zeit ein, wenn Cirren sich zeigen. Die oberen Gradienten sind eben wegen der im Frühjahr herrschenden oft grossen Temperaturdifferenzen zwischen Süd und Nord steiler als im Sommer und Winter. Aehnliches gilt für den Herbst.

6) Im Allgemeinen dauert es 18—19 Stunden, bis dem ersten Auftreten der Cirruswolken der Niederschlag folgt.

7) Werden Cirruswolken bei einem Barometerstande constatirt,

der über dem normalen liegt, so lässt der Niederschlag etwas mehr, als anderthalbmal so lange auf sich warten, als wenn Cirruswolken in einem Gebiete niedrigen Luftdruckes auftreten."

Immerhin ist der Zeitraum von einem Jahre viel zu kurz um Mittelwerthe zu erhalten, die auf Genauigkeit Anspruch machen können. Auf einer längeren Beobachtungsreihe beruhen die Untersuchungen, welche von Richter[194]) in Ebersdorf in Schlesien gemacht wurden und auf welche wir hier einen besonderen Werth legen. Aus den Wolkenbeobachtungen von 1878—1883 wurden diejenigen von 3^h a. m. und 2^h p. m., oder, wenn diese fehlten, noch diejenigen von $6-10^h$ a. m. und $0-4^h$ p. m. benutzt. Bei Bestimmung der Regeneintrittszeit ist auch der geringfügigste Niederschlag berücksichtigt worden.

Für die Zugrichtung der oberen Wolken vor dem Regen erhielt Richter folgende Werthe:

Stunden vor dem Regen	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe	Mittlere Richtung
49 und mehr	46,0	20,5	24,0	19,5	32,5	66,0	84,5	92,0	385	N 77° W
25 bis 48	22,5	8,5	4,0	13,5	32,5	58,0	88,0	62,0	289	S 86° W
13 „ 24	25,5	6,0	7,0	7,5	25,0	67,0	80,5	46,5	265	S 84° W
7 „ 12	8,5	3,0	8,0	7,5	15,5	58,0	70,5	39,0	210	S 79° W
0 „ 6	21,5	10,5	13,0	26,5	44,5	105,5	103,5	74,0	399	S 74° W
Summe	124,0	48,5	56,0	74,5	150,0	354,5	427,0	313,5	1548	S 84° W

Bei Annäherung des Regens nimmt also die Häufigkeit der nördlichen Zugrichtung der Cirren ab, die der südwestlichen zu. Die resultirende Richtung des Cirruszuges ist im Mittel aus allen Beobachtungen Süd 84° West, ist am meisten von Westen nach Norden geneigt bei trockenem Wetter und dreht um so mehr zurück, je näher der Regen ist.

Die mittlere Regenwahrscheinlichkeit für die folgenden 24 Stunden beträgt in Procenten:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
45	40*	50	56	57	**65**	60	51	56

„Mithin ist das Maximum bei Cirrus aus Südwesten, das Minimum bei Cirrus aus Nordosten. Die mittlere Regenwahrscheinlichkeit (d. i. die Wahrscheinlichkeit, dass der Beobachtung innerhalb 24 Stunden Regen folgt) für alle Cirrusbeobachtungen ist 0,56. Nun ergeben die Aufzeichnungen des Niederschlages zu Ebersdorf, dass in der Zeit von 1878 bis 1883 an 58 pCt. der Tage Niederschlag (Regen, Schnee, Hagel) fiel. Mithin ist die Wahrscheinlichkeit des Regens für die nächsten 24 Stunden bei einer Cirrusbeobachtung geringer, als die durchschnittliche. Dies erklärt sich

dadurch, dass die Cirrusbeobachtungen bei ganz mit unteren Wolken bedecktem Himmel, dem offenbar die grösste Regenwahrscheinlichkeit zukommt, fehlen. Allerdings stehen diesen Fällen die Fälle der geringsten Regenwahrscheinlichkeit, die mit wolkenlosem Himmel, gegenüber. Doch diese sind bei uns ungleich seltener als jene.

Der Cirruszug ist im Winter (October-März) nördlicher als im Sommer (April-September). Denn aus allen hier verwendeten Beobachtungen ergeben sich folgende Werthe der Häufigkeit und mittleren Richtung:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe	Mittlere Richtung
Winter	71,0	24,5	17,0	19,0	41,0	133,0	189,5	148,0	643	N 82° W
Sommer	53,0	24,0	39,0	55,5	109,0	221,5	237,5	165,5	905	S 74° W

Dem entsprechend liegt auch das Maximum der Regenwahrscheinlichkeit im Winter nördlicher als im Sommer. Denn die Werthe derselben sind folgende (Procente):

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Winter	44	31	38	21	39	60	62	56	53
Sommer	50	50	55	68	63	68	58	47	58"

Eine weitere Untersuchung über den Zusammenhang der Zugrichtung der Cirren und des Regeneintritts bei den verschiedenen Richtungen des Unterwindes ergab als Regenwahrscheinlichkeit bei den verschiedenen Abweichungen der oberen und unteren Luftströmungen (Procente):

Cirrus-Windr.	−135°	−90°	−45°	0°	45°	90°	135°	180°
Wind N bis E	28	34	50	50	66	51	41	54
„ E „ S	27	20	54	66	65	62	52	41
„ S „ W	38	60	76	68	64	58	57	32
„ W „ N	49	70	75	65	59	45	53	65
Summe	32	55	70	65	62	57	51	49

„Demnach liegt das Maximum überall zwischen — 45° und + 45°, und zwar scheint es bei den östlichen Winden etwas nach rechts, bei den westlichen etwas nach links von der Windrichtung zu treffen. Bei allen Richtungen des Windes, selbst bei der nordöstlichen, ist durchschnittlich die Aussicht auf Regen geringer, wenn die Cirri dem Winde nahezu entgegen ziehen, als wenn die Richtungen nahezu gleich sind. Bei den östlichen Winden haben die Abweichungen des Cirruszuges rechts vom Winde eine grössere Regenwahrscheinlichkeit, als die links vom Winde. Bei den nordwestlichen ist es umgekehrt. Denn die obigen in diesem Sinne vereinfachten Wahrscheinlichkeitswerthe sind:

Wind:	N—E	E—S	S—W	W—N	Summe
Cirrus mit dem Winde (—45° bis 45° Abw.)	55	62	69	66	66
„ rechts vom Winde (45° bis 135°)	53	60	60	52	57
„ gegen den Wind (135° bis —135°)	41	40	42	56	44
„ links vom Winde (—135° bis —45°)	37	34	58	65	52

Die Zusammenstellung des Cirruszuges mit dem Zuge der unteren Wolken lieferte, wie zu erwarten, den obigen ähnliche Resultate. Es wurde erhalten:

Cirrus—Unterer Wolkenzug	—135°	—90°	—45°	0°	45°	90°	135°	180°
Häufigkeit 0—24h vor d. Regen	12,8	28,2	94,8	224,6	148,6	75,8	24,6	17,8
„ überhaupt	34,2	48,1	143,4	326,1	230,4	123,2	43,6	42,6
Mithin Regenwahrscheinl. (%)	37	59	**66**	63	64	62	57	42

Für je 3 benachbarte Richtungen des unteren Wolkenzuges und die vorstehenden Abweichungen des Cirruszuges ergeben sich folgende Regenwahrscheinlichkeitswerthe (Procente):

Cirrus—Unterer Wolkenzug:	—135°	—90°	—45°	0°	45°	90°	135°	180°
Untere Wolken aus E—E	35	36	54	53	**64**	57	62	44
„ „ „ E—S	39	24	**66**	65	59	59	51	30
„ „ „ S—W	62	62	69	**73**	69	67	53	60
„ „ „ W—N	44	**71**	68	65	63	45	68	54

Da das Eintreten des Niederschlages von dem Luftdruck einigermassen abhängt, wurde auch zu bestimmen versucht, wie die behandelten Verhältnisse durch die örtlichen Stände und Aenderungen des Barometers modificirt werden. Nimmt man nun alle jene Cirrusbeobachtungen heraus, welche von Barometerständen unter dem Mittel (Mittel = 724,5mm in 424m Seehöhe) begleitet waren, so ergiebt sich Folgendes:

Cirruszug bei niedrigem Barometerstand:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe
Häufigk. 0—24h vor d. Regen	15,0	4,5	12,5	30,5	69,0	195,0	197,0	92,5	616
„ überhaupt	21,5	6,0	16,5	42,5	102,5	260,5	268,5	138,0	856
Regenwahrscheinlichkeit (%)	70	75	76	72	67	75	73	67	72

Mithin scheint bei niedrigem Luftdruck die Richtung des Cirruszuges ohne Einfluss auf die Regenwahrscheinlichkeit zu sein. Letztere ist allerdings bei dieser Situation ziemlich gross. Dies kommt aber auf Rechnung des Luftdrucks. Denn nach den Beobachtungen von 1881—1883 beträgt die Regenwahrscheinlichkeit für Barometerstände unter dem Mittel ohne Rücksicht auf irgend eine andere atmosphärische Erscheinung durchschnittlich schon 0,74, für die Cirrusbeobachtungen bei diesem Luftdruck in derselben Zeit nur 0,71.

Berücksichtigt man die Winkel, um welche die Richtung des Cirruszuges und des Unterwindes von einander abweichen, so erhält man aus dem vorhandenen Material 481 Fälle, in welchen diese Abweichung höchstens 45° betrug (die günstigste für Eintritt des Regens) und das Barometer unter dem Mittelstand. Regen folgte

innerhalb 24 Stunden 367mal. Dies giebt als Regenwahrscheinlichkeit 0,76. Auch hier scheint die Richtung des Cirruszuges keinen Unterschied zu machen. Anders verhält es sich, wenn das Auftreten des Cirrusgewölkes von fallendem Barometer begleitet ist. Denn man erhält folgende Werthe:

Cirruszug bei fallendem Barometer:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe
Häufigk. 0—24h vor d. Regen	24,5	9,5	12,5	19,5	48,5	127,5	159,0	91,0	492
„ überhaupt	49,5	22,0	23,5	33,5	71,0	174,5	220,0	175,0	780
Regenwahrscheinlichkeit (%)	50	43*	53	58	68	73	72	52	63

Hier zeigt sich deutlich, wie oben im Mittel aller Beobachtungen, das Maximum bei Südwest, das Minimum bis Nordwest. Wich der Cirruszug bei abnehmendem Luftdruck höchstens 45° von der Windrichtung ab, dann waren von 372 Fällen 266, also 72% Regen bringend."

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Anwendung der Wolkenbeobachtungen auf die Wetterprognose, ohne Rücksichtnahme auf die allgemeine Wetterlage, keine sehr befriedigende Resultate ergiebt; vielmehr erscheint dieses Hilfsmittel nur dann fruchtbringend, wenn wir es mit den allgemeinen atmosphärischen Bewegungen in Zusammenhang bringen.

VI. Prüfung der Wetterprognosen und Sturmwarnungen und Resultate.

In den von den einzelnen Instituten ausgegebenen Wetterprognosen wird die Fortdauer oder die Aenderung in dem Verhalten der einzelnen meteorologischen Elemente, insbesondere der Windrichtung, Windstärke der Bewölkung, der Niederschläge und der Temperatur mit einem gewissen Grade der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens auf Grundlage des gesammten vorliegenden wettertelegraphischen Materials vorher bestimmt. Auf den ersten Blick möchte es einfach erscheinen, den Erfolg oder den Misserfolg der Wetterprognosen festzustellen, indem man ja nur die einzelnen Theile der Prognose mit den nachfolgenden Thatbeständen zu vergleichen braucht, die aus diesen Vergleichen hervorgehenden Ergebnisse nach dem Maasse ihres Eintreffens in eine drei- oder mehrtheilige Skala einordnet (z. B. + = eingetroffen, ± = theilweise eingetroffen und — = nicht eingetroffen) und hieraus die Procente der Treffer und Nichttreffer

berechnet. Diese Methode der Prognosenprüfung wurde zuerst in Nordamerika angewandt und ging im Jahre 1877, wo sie an der Seewarte eingeführt wurde, auch auf Deutschland über.

Bei näherer Betrachtung und bei Anwendung dieser Prüfungsmethode zeigen sich mehrere Schwierigkeiten, die es uns ausserordentlich erschweren, ein richtiges Urtheil von dem wahren Sachverhalt uns zu verschaffen, selbst dann, wenn die Prognosenprüfung mit strenger Unpartheilichkeit vorgenommen wird. Fast völlig unmöglich erscheint es für die verschiedenen Gebietstheile, für welche Prognosen ausgegeben werden, eine einheitliche Methode zu erzielen, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, die uns Anhaltspunkte über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Prognosenbezirke, sowie über den wirklichen Werth der sogenannten Localeinflüsse, die in neuester Zeit, wie ich schon oben bemerkte, von einigen Seiten sehr überschätzt werden, geben könnten.

Immerhin können einige Willkürlichkeiten, welche sich bei der Beurtheilung des Erfolges oder Misserfolges zeigen, durch genaue Feststellung der in den Prognosen gebrauchten Ausdrücke entfernt werden, wie es bereits in der oben (Seite 67) angegebenen Weise geschah, allein sich ganz von jeglicher Willkür frei zu machen, dürfte mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft sein.

„In allen Wissenschaften," heisst es in einer Aeusserung der Seewarte [195]), „wo wir natürliche Objekte resp. Vorgänge zu klassificiren haben, kommen wir, da die Natur keine scharfen Grenzen bietet, nicht ohne Willkür durch, und es ist nur die Frage, an welcher Stelle der Untersuchung die unvermeidliche Willkür anzuwenden ist. Bei Gegenständen, denen wir völlig objektiv und kühl gegenüberstehen können, empfiehlt es sich häufig, dem Urtheile bei der Auswahl der einzelnen Thatsachen Spielraum zu lassen und so, vom Gesammteindrucke geleitet, die charakteristischen Züge deutlicher hervortreten zu lassen, als dies eine vorgefasste strenge Eintheilung derselben nach einseitigen Gesichtspunkten gestatten würde; es ist das der Unterschied der sog. „natürlichen" und „künstlichen" Systeme der Organismen, und auch in der Meteorologie ist die erstere Methode in vielen Fällen der letzteren mit Erfolg vorgezogen worden, z. B. bei der Abgrenzung klimatischer Provinzen, Aufstellung mittlerer Zugstrassen der Depressionen u. s. w. Aber je mehr der Bearbeiter an dem Resultat interessirt ist, je mehr dieses Resultat den Charakter eines Richterspruches über seine eigenen oder anderer Menschen Leistungen erhält, um so nothwendiger wird es, alle Willkür aus der Beurthei-

lung des einzelnen Falles zu verbannen und die letztere ausschliesslich nach festen, vollkommen im Vorhinein begrenzten Normen auszuführen, welche klar ausgesprochen und deren Einfluss auf das Resultat jedem Urtheilsfähigen offen gelegt ist. . . . Will man den Hauptzweck, ein Urtheil über die Güte des angewandten Systems der Prognosen, erreichen, so muss man Nebenzwecke, wie die Auskunft darüber, ob eine bestimmte einzelne Prognose gut war, wenn nöthig, opfern. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wir eine viel festere Basis unter den Füssen haben, wenn wir uns auf einen bestimmten Termin beziehen, als wenn wir ein Gesammtbild von dem betreffenden Tage zusammenzusetzen suchen. Bei einem solchen Versuch wird gar zu oft durch den Wunsch, eine doch manches Richtige enthaltende Prognose nicht ungerecht streng zu beurtheilen, oder umgekehrt durch den Wunsch, ja nicht zu günstig zu urtheilen, das Ergebniss unabsichtlich nach einer bestimmten Richtung gedrängt. Je einfacher der Weg, auf welchem die Feststellung der Thatbestände geschieht, desto eher ist es möglich, sich von dem Einfluss desselben auf das Resultat Rechenschaft zu geben und constante Fehlerquellen zu vermeiden; die zufälligen Fehler lassen sich dem gegenüber leicht in Kauf nehmen, da sie bei grossen Zahlen verschwinden."

Insbesondere aber hat die bisherige Methode den grossen Nachtheil, dass keinerlei Rücksicht auf den blossen Zufall gelegt wird, und gerade dieser ist es, welcher bei Beurtheilung der Erfolge oder Misserfolge der Wetterprognosen nothwendig in Rechnung gezogen werden muss. Es liegt auf der Hand, dass dieser Zufall nicht durch 50 % Treffer bestimmt wird, wie man zuweilen anzunehmen geneigt ist, sondern dass die Procentzahlen für den Zufall, je nach der Häufigkeit des Vorkommens eines meteorologischen Elementes zwischen sehr weiten Grenzen liegt. Beispielsweise können Prognosen auf Gewitter, deren Procentzahl der Treffer unter 30 liegt, dem Erfolge nach sehr gut sein, dagegen Prognosen auf Windstärke, deren Procentzahl der Treffer sogar 80 übersteigt, schlechter sein, als wenn sie vollständig aus der Luft gegriffen wären, oder z. B. nur den allgemeinen bekannten Charakter der Jahreszeit angeben. Hätten wir an der Seewarte z. B. für den ganzen Sommer 1884 leichte bis mässige Winde prognosticirt, so würden wir nahezu an 100 % Treffer erzielt, und von den 5 gegebenen Prognosen auf frisch oder stark noch 3 falsche vermieden haben. Dagegen trafen für diesen Sommer von den 32 prognosticirten Gewittern 10 oder 31 % ein, während 22 Gewitterprognosen falsch waren, aber trotz-

dem ist der Erfolg der Gewitterprognosen nicht ungünstig zu nennen, da die Procentzahl für den Zufall hier 22% beträgt.

Es fehlte bisher ganz an einer Methode, welche gestattete, einen strengen Beweis darüber zu führen, ob und in wie weit eine Classe von Prognosen auf einer thatsächlichen Grundlage beruht. Das Bedürfniss nach einer rationelleren Methode der Prognosenprüfung ist denn auch an der Seewarte seit Langem empfunden worden. Als vor 2 Jahren die Prognosen des Herrn Dr. Overzier so viel Aufsehen in Deutschland machten und auch die Seewarte in die Lage kam, sich an der Berichtigung der irregeführten öffentlichen Meinung in dieser Angelegenheit zu betheiligen, veranlasste dieser Umstand Köppen zur Auffindung einer neuen Methode zur Prüfung der Wetterprognosen, welche es gestattet, frei von jeder Willkür den Zusammenhang der Prognose mit dem wirklichen Wetter auf unzweifelhafte Weise festzusetzen. Die Grundzüge dieser Methode legte derselbe in einem Vortrage in der ersten allgemeinen Versammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft klar [196]).

Auf Grund öfterer Besprechungen innerhalb der Seewarte wurde zum Zweke der Prognosenprüfung eine Tabelle entworfen, wobei man die Anzahl der Rubriken auf das Nothwendigste zu beschränken, und die Auswahl der Witterungselemente so zu treffen suchte, wie sie sich bei allgemeiner Durchführung und Publication empfehlen würde. Vor allem handelte es sich um eine genaue Begriffsbestimmung der in den Prognosen gegebenen Ausdrücke, und in dieser Beziehung wurden im Allgemeinen die oben (Seite 67) angegebenen, von der Seewarte aufgestellten Definitionen zu Grunde gelegt, zugleich aber darauf gesehen, dass die Elemente in ziemlich gleich stark vertretene Gruppen eingetheilt wurden. Eine solche Prognosenprüfung wurde durchgeführt für das nordwestdeutsche Küstengebiet und den Sommer (Juni, Juli und August) 1884 für Temperatur, Bewölkung, Wind und Hydrometeore, und für den Sommer 1883 für Temperatur. Indem ich darauf verzichte, die vollständigen Tabellen, wie sie in der „Meteorologischen Zeitschrift" (I, Seite 401 ff.) abgedruckt sind, und deren Form später in der unten angegebenen Weise bedeutend vereinfacht wurde, hier wiederzugeben, will ich hier nur die Resultate anführen, welche aus den Tabellen direkt hervorgehen. Zum Verständnisse sei noch bemerkt, dass die eingeklammerten Zahlen die Anzahl derjenigen Prognosen angeben, welche sich auf eine „nachher" folgende Erscheinung beziehen.

Prognose.	Wirkliche Witterung					
Sommer 1883 (Juni, Juli, August).	8h a. m.			2h p. m.		
A. Temperatur-Abweichung.	kühl (> − 2°)	normal (0 bis 2°)	warm (> + 2°)	kühl (> − 2°)	normal (0 bis 2°)	warm (> + 2°)
Auf 19 „kühl“ folgte . .	**16**	3	0	**18**	1	0
„ 1 „normal“ folgte .	0	1	0	0	0	1
„ 13 „warm“ folgte .	0	4	**9**	1	2	**10**
B. Temperatur-Aenderung.	kühler (> − 2°)	unver. (0° bis 1°)	wärmer (> + 1°)	kühler (> − 1°)	unveränd. (0° bis 1°)	wärmer (> + 1°)
Auf 15 (16) „kühler“ folgte	**9**	3	3	**11**	2	3
„ 11 „ohne wesentliche Aenderung“ folgte .	2	6	3	2	5	4
„ 20 „wärmer“ folgte .	1	8	**11**	2	8	**10**
Sommer 1884 (Juni, Juli, August).						
A. Temperatur-Abweichung.	kühl (> − 2°)	normal (0° bis 2°)	warm (> + 2°)	kühl (> − 2°)	normal (0° bis 2°)	warm (> + 2°)
Auf 15 „kühl“ folgte . .	**15**	0	0	**14**	1	0
„ 1 „normal“ folgte .	1	0	0	0	1	0
„ 19 (20) „warm“ folgte	1	**11**	7	2	5	**13**
B. Temperatur-Aenderung.	kühler (> − 1°)	unver. (0° bis 1°)	wärmer (> + 1°)	kühler (> − 1°)	unveränd. (0° bis 1°)	wärmer (> + 1°)
Auf 15 (18) „kühler“ folgte	**7**	3	5	**7**	7	4
„ 18 „ohne wesentliche Aenderung“ folgte .	4	**10**	4	3	6	**9**
„ 22 „wärmer“ folgte .	1	**11**	10	5	3	**14**
C. Bewölkung.	heiter (0 — 3)	wolkig (4 — 7)	trübe (8 — 10)	heiter (0 — 3)	wolkig (4 — 7)	trübe (8 — 10)
Auf 18 „heiter“ folgte .	**12**	3	3	7	**8**	3
„ 65 (66) „veränderlich“ oder „wolkig“ folgte	18	19	**28**	15	**27**	24
„ 7 (8) „trübe“ folgte	1	0	**6**	1	0	**7**
D. Windstärke.	schwach (0 — 4)	stark (5 — 7)	stürm. (8 — 12)	schwach (0 — 4)	stark (5 — 7)	stürmisch (8 — 12)
Auf 84 „schwach“ oder „mässig“ folgte . .	**82**	2	0	**78**	8	0
„ 5 „frisch“ od. „stark“	**5**	0	0	**3**	2	0
„ 0 „stürmisch“ . .	0	0	0	0	0	0

E. Windrichtung (nach Komponenten).	N	E	S	W	still	N	E	S	W	still
Auf 27 „N“ folgte . . .	*13*	*6*	*1*	*5*	*2*	*18*	*5*	*1*	*3*	*0*
„ 16 „E“ „ . . .	*1*	*9*	*3*	*1*	*2*	*2*	*8*	*6*	*0*	*0*
„ 24 „S“ „ . . .	*3*	*1*	*15*	*3*	*2*	*5*	*1*	*13*	*5*	*0*
„ 37 „W“ „ . . .	*0*	*6*	*4*	*23*	*4*	*3*	*1*	*7*	*26*	*0*

F. Hydrometeore (in 24 St., 8 p. bis 8 p.)	trocken (kein Niederschlag)	geringere Niederschläge (0—$1\frac{1}{2}$)	erhebliche Niederschl. (> $1\frac{1}{2}$mm)	Gewitter	kein Gewitter	Nebel	kein Nebel
Auf 20 „trocken“ . . .	**14**	2	4	—	—	—	—
„ 30 „ohne wesentliche Niederschläge“ . .	9	**13**	8	—	—	—	—
„ 24 „Niederschläge“ .	7	4	**13**	—	—	—	—
„ 32 „Gewitter“ . . .	—	—	—	10	22	—	—
„ 60 Prognose ohne „Gewitter“ . . .	—	—	—	11	49	—	—
„ 0 „Nebel“	—	—	—	—	—	—	—
„ 92 Prog. ohne „Nebel“	—	—	—	—	—	37	55

Der entgegengesetzte Gang der Zahlen in den Reihen, welche entgegengesetzten Prognosen entsprechen, beweist, dass die Prognosen auf einer (relativ) richtigen Grundlage beruhen, da der blosse Zufall den Zahlen in jeder der Reihen — sofern das Material genügt, um das „Gesetz der grossen Zahlen" in Wirksamkeit treten zu lassen — die gleiche Anordnung gegeben haben würde. Um dies klarer hervortreten zu lassen, sind die grössten Ziffern in jeder Reihe durch fetten Druck hervorgehoben. Zur ferneren Erleichterung der Uebersicht kann man, wie dieses in der erwähnten ersten Mittheilung von der Sache geschehen ist, diese Zahlen in Procenten der Gesammtzahl jeder Prognose ausdrücken. Will man dagegen das Resultat, behufs Vergleichung mit jenem von anderen Zeiträumen oder anderen Orten, in einen einzigen Ausdruck zusammenfassen, so ist es leicht, nach festzusetzenden Normen Trefferprocente zu berechnen, welche in diesem Falle, wenn die Zusammenstellungen nach denselben bestimmten Regeln gemacht sind, ganz unabhängig von der individuellen Auffassung des Zusammenstellers und darum wirklich vergleichbar sind. Im Nachfolgenden möge nur an einem Beispiel das Verfahren erläutert werden.

Nehmen wir in der Tabelle für den Sommer 1884 die Abtheilung A, welche die Abweichung der Temperatur vom Normalwerthe betrifft, so kann kein Zweifel sein, dass die Prognose als ganz eingetroffen (+) zu betrachten ist, wenn Prognose und wirkliche Witterung in eine und dieselbe von den drei angenommenen Kategorien fielen. Solcher Fälle waren für 8^h und 2^h zusammen 50. Trat statt kühl warm ein oder umgekehrt, so nehmen wir die Prognose als verfehlt (—) an (3 Fälle), die 18 Fälle, wo auf eine Prognose „warm" oder „kalt" normale Temperatur folgte, oder umgekehrt, nehmen wir als ± an; wir erhalten dann als Resultat für die Temperaturabweichung + 70%, ± 25%, — 5%, oder günstig 83%, ungünstig 17%.

Für die Temperaturänderung erhalten wir zunächst 54 entschiedene + und 15 entschiedene —; nehmen wir die übrigen 44 Fälle als ± an, so erhalten wir + 48%, ± 39%, — 13%, oder günstig 67%, ungünstig 33%.

Vergleichen wir damit das Ergebnisss der bezüglich der Temperatur nach genau demselben Modus ausgeführten Zusammenstellung für den Sommer 1883, so finden wir nicht unerheblich vortheilhaftere Resultate:

	Hamburg																	Neufahr-									
	Wirkliche Witterung											Prognose						Wirkliche Witterung									
	8h a. m.					2h p. m.												8h a. m.					2h p. m.				
Tag	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag 8h a. m.—8h a. m.	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung
1	w	z	m	s'	d	w	z	f	s'	d	r	—	u	m	w	v	e	n	u	l	s	b	w	z	l	s'	b
2	w	z	f	s'	r	w	z	f	s'	b	e	—	u	f	w	v	v	w	z	f	s'	b	w	z	m	s'	b
3	w	a	m	w'	v	w	a	l	s'	b	r	—	a	m	w'	v	o	n	a	m	w'	v	n	a	l	w'	b
4	w	z	s	s'	r	w	z	s	s'	r	r	—	z	f	s'	v	v	n	u	m	s	d	w	z	l	w	b
5	w	a	m	s'	b	w	a	s	s'	v	e	w	—	f	w	v	r	w	z	l	s'	b	w	a	l	s'	b
6	n	a	v	s'	b	n	a	s	w	v	t	—	a	s	w	—	r	w	a	f	s'	v	n	u	s	w	v
7	k	a	l	w'	h	k	a	l	s'	h	t	—	a	m	—	v	o	k	a	m	w'	v	k	a	m	w'	r
8	k	a	m	e'	h	k	a	m	s	v	e	—	z	f	s'	b	r	k	a	m	s'	v	k	u	l	s	h
9	n	z	m	e'	r	n	z	l	s'	r	r	—	z	f	s/w	—	r/	k	z	l	s	r	k	z	l	e'	b
10	k	a	l	n	h	k	a	l	n	h	e	—	a	f	n	v	r	n	z	l	n	b	n	z	m	n'	b
11	k	z	l	s	r	k	z	l	e'	b	t	—	z	m	e	v	o	n	u	m	w'	b	n	u	l	w'	b
12	k	a	l	e'	v	k	a	l	e'	h	t	—	z/-	—	—	v	r	n	u	l	e'	b	n	u	l	e	b
13	k	u	m	s	b	n	z	f	s	b	t	—	z	f	w	b	r	n	a	l	w	b	n	u	l	s	b
14	k	a	m	e'	b	k	a	m	e'	d	t	—	z	f	s	b	r	k	a	l	s'	b	k	a	l	s	h
15	n	z	f	s'	b	n	z	s	s'	b	r	—	f	l	—	(hd)	o	k	a	l	s	v	k	u	m	s	d
16	w	z	f	s'	r	n	u	s	s'	b	e	—	z	s	w	b	r	w	z	f	s	b	n	z	m	s	b
17	n	a	f	e'	v	n	u	m	s'	b	t	—	u	f	w	v	r	w	u	l	s'	b	n	u	l	e'	b
18	n	u	f	e'	v	n	z	f	e'	v	e	—	u	f	w	v	r	k	a	l	s	h	k	a	l	e'	h
19	n	u	m	e'	b	n	a	m	s'	b	t	—	-/a	—	s/—	b/v	r/-	w	z	m	e'	r	n	z	m	e'	f
20	n	z	l	n'	d	n	u	m	n'	r	r	—	—	m	s	v	v	n	a	l	e'	b	n	a	l	e'	b
21	n	u	l	n'	r	n	a	l	e'	v	e	—	n	m	—	v	r	n	u	l	e'	b	n	z	m	e'	b
22	k	a	l	x	d	n	u	l	w'	r	r	—	a	m	—	v	v	n	u	m	e	b	n	u	f	e'	b
23	k	a	l	e'	v	k	a	l	e'	v	t	f	—	l	x	b	r	k	a	l	x	h	n	u	l	e'	v
24	k	a	t	e'	d	k	u	l	e'	h	t	f	—	l	x	v	r	n	z	m	e'	r	n	a	l	e'	b
25	k	z	m	e'	b	n	z	m	e'	b	r	f	—	l	x	h	o	n	z	l	e'	r	n	z	l	e'	b
26	n	z	m	e	r	n	z	l	e'	d	r	—	z	l	x	b	r	w	z	l	e'	r	n	u	l	e'	b
27	n	w	m	n'	d	n	u	m	n'	d	r	—	u	l	x	b	r	w	u	m	e	r	n	a	m	e	b
28	n	u	m	e'	b	n	u	m	e'	b	e	—	a	f	e	v	—	k	a	l	e'	b	k	a	l	e'	b
29	n	u	l	e'	d	n	u	l	e'	d	t	—	a/	f	s	v	v	k	u	l	e'	b	k	z	l	e'	b
30	n	u	m	s	b	n	z	s	s'	h	e	—	u	m	s	v	r	w	z	l	e'	d	n	z	l	e'	d
31	w	u	f	e'	b	n	u	f	s	v	r	—	u	f	s	v	r	n	a	l	s'	d	n	u	l	s	d

Erklärung der Zeichen.

1. Stelle: Temperatur-Abweichung: k = kalt (Abw. > — 2°), n = normal (Abw. < 2°), w = warm (Abw. > + 2°).
2. Stelle: Temperatur-Aenderung: a = Abnahme, u = unverändert (Aend. < 1°), z = Zunahme der Temperatur.
3. Stelle: Windstärke: l = leichter Wind (0—2 der Beauf.-Skala), m = mässiger (3—4), f = frischer (5—6), s = stürmischer Wind (> 6).
4. Stelle: Windrichtung: n e s w = N E S W, n' e' s' w', die zur Rechten des Hauptstriches liegenden Quadranten. x = Stille.

1886

wasser							München																	
	Prognose						Wirkliche Witterung											Prognose						
							8h a. m.					2h p. m.												
Niederschlag 8h a. m.—8h a. m.	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag 8h a. m.—8h a. m.	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag	Tag
t	—	u	m	w	v	e	k	z	l	e'	b	n	z	l	s'	v	t	—	u	m	w	v	e	1
r	w	—	f	w	b	r	w	z	l	s'	r	w	z	m	s'	r	r	—	u	m	w	d	o	2
e	w	–/a	m	w	v	r	w	z	m	w	b	w	u	m	w	b	t	w	–/a	m	w	v	r	3
r	—	a/z	l/–	x/w	–/v	f/v	w	a	m	s'	h	w	z	m	w	v	t	—	a/z	b/–	x/w	–/v	t/v	4
t	w	—	f	w	b	r	w	z	m	w	b	w	a	f	w	r	e	w	—	f	w	v	r	5
e	—	a	s	w	—	r	w	a	f	w	b	w	u	m	w	h	t	—	a	s	w	—	r	6
e	—	a	m	—	h	r	w	a	l	x	d	k	a	m	n'	b	r	—	a	l	—	b	r	7
t	f	–/z	m	s'	h/v	—	k	a	l	x	r	n	z	l	e'	z	e	f	—	l	x	h	t	8
t	f	—	f	s'	h/b	–/r	n	z	m	w	b	k	a	m	w	b	r	f	—	f	s'	h/b	t/r	9
r	—	u	m	—	v	r	n	a	m	w'	r	k	a	m	w	b	e	—	u	m	—	v	r	10
t	—	z	m	e	v	o	k	a	l	x	r	k	a	l	n'	h	e	t	—	l	x	v	o	11
t	—	a/–	—	—	v	–/r	k	u	l	e	b	k	u	m	w	r	e	—	a/	—	—	v	–/o	12
t	—	z	f	w	b	r	n	z	m	w	b	k	z	l	s'	h	e	f	—	m	w	—	r	13
t	—	z	f	s	b	r	n	a	l	s'	v	n	z	l	e'	v	t	—	z	f	s	b	r	14
t	—	f	l	x	(hd)	o	n	z	m	s'	d	n	a	m	s'	b	t	—	f	l	x	(hd)	o	15
t	—	z	s	w	b	r	n	u	m	e'	d	n	z	m	w	v	e	—	z	s	w	b	r	16
t	—	z	m	s'	b	r	w	z	l	s'	d	w	u	l	w	v	t	—	u	m	w	v	o	17
e	—	a	f	s	—	r	k	a	m	e'	h	k	a	m	e	h	t	—	u	f	w	v	r	18
r	—	z	m	s	—	r	w	z	l	s'	b	k	u	m	n'	b	r	—	–/a	—	s/–	b/v	r/–	19
r	—	a	l	x	v	o	n	a	m	s'	v	n	z	m	w	v	t	—	a	l	x	v	o	20
t	—	u	m	—	v	r	k	a	l	e	d	k	a	m	e	h	t	—	a	—	—	v	r	21
t	—	a	m	—	v	v	k	a	l	n'	d	k	u	l	x	d	t	f	—	—	—	v	r	22
r	f	—	l	x	v	o	k	z	l	w'	d	n	z	m	w'	v	e	f	—	l	x	b	r	23
r	f	—	l	x	v	r	k	u	l	n'	d	n	z	l	e	b	t	f	—	l	x	v	r	24
e	f	—	l	x	h	o	w	z	l	w	b	n	u	m	n'	v	t	f	—	l	x	h	o	25
e	—	u	l	x	b	r	n	u	m	e'	v	n	a	m	e	b	t	—	a	l	x	b	r	26
r	—	u	l	x	b	r	n	u	l	e'	b	n	u	l	n'	h	t	—	u	l	x	b	r	27
e	—	a	f	e	v	—	k	a	l	x	d	k	a	l	n'	d	t	—	a	m	e	—	o	28
r	—	a/	f	s	v	v	n	w	l	e	d	n	z	l	n'	d	e	—	a	l	x	v	r	29
t	w	—	f	s	—	r	w	z	m	w	b	n	z	l	w	d	t	—	u	m	s	v	r	30
r	—	u	f	s	v	r	n	a	l	e'	v	w	z	f	w	v	r	—	u	f	s	v	r	31

5. Stelle: Bewölkung: h = heiter (0—1), v = wolkig (2—3), b = bedeckt (4), d = Nebel, Dunst, r = Regen.

6. Stelle: Niederschlag (von 8h a. m. bis 8h a. m.): t = trocken, e = etwas Regen (0—1½ mm), r = Regen (> 1½ mm), g = Gewitter.

In der Prognose bedeuten die Zeichen dasselbe bis auf v in der 5. und 6. Stelle: veränderlich, o in der 6. = „ohne wesentliche Niederschläge". Als Brüche bedeuten: Zähler „zuerst", Nenner „dann", — bedeutet Fehlen der Prognose.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich für 1883: Temperaturabweichung 54 Mal +, 11 Mal ± und 1 Mal —, oder + 82 %, ± 17 % und — 1 %, resp. günstig 91 %, ungünstig 9 %; desgleichen für die Temperaturänderung 52 Mal +, 32 Mal ± und 9 Mal —, oder + 56 %, ± 34 %, und — 10 %, resp. günstig 73 %, ungünstig 27 %. Da man sicher sein kann, alle Ursachen für eine Differenz, die in der Person oder der Methode liegen könnten, ausgeschlossen zu haben, so kann dieses verschiedene Verhalten der beiden Jahrgänge als constatirt betrachtet werden und dessen Ursachen nachgespürt werden, wodurch unter Umständen wunde Punkte im System und dessen Grundlagen aufgedeckt und verbessert werden können. Solche wunde Punkte können z. B. schon in einer Vorliebe für eine gewisse Art von Prognosen im Allgemeinen bestehen, welche durch diese Statistik leicht erkennbar wird. Dass übrigens auch Prognosenprüfungen nach der jetzt angewandten Methode, wenn sie von derselben Person nach unveränderten Grundsätzen ausgeführt werden, unter sich verglichen, solche Differenzen geben, die den nach der neuen Methode gefundenen ganz entsprechen, zeigt sich darin, dass die von der Seewarte in der „Monatlichen Uebersicht" veröffentlichten Procentsätze der Treffer im Mittel der drei Sommermonate für die Temperatur 1883 88 %, 1884 nur 83 % Prognosen mit günstigem Resultat ergaben.

Neben dem Nutzen, welchen diese Methode der Prognosenprüfung für die Entwickelung des Prognosendienstes bietet, enthält die Zusammenstellung noch einen Vortheil, den wir hier besonders hervorheben müssen, und zwar um so entschiedener, als dadurch eine sehr fühlbare Lücke für die Klimatologie wie die Witterungskunde überhaupt wenigstens theilweise ausgefüllt werden kann. Die Zusammenstellung giebt uns nämlich einen klaren Ueberblick über die Aufeinanderfolge und den vorwaltenden Charakter der Witterungserscheinungen und die Summirung der einzelnen Elemente stellt die Hauptfactoren der Witterung in einer nicht uninteressanten und dem allgemeinen Verständniss zugänglicheren Form, als die meteorologischen Mittelwerthe sie bieten, dar, so dass bei der Prüfung der Prognosen nebenbei ein werthvolles Material für die Klimatologie, die Witterungsgeschichte und die Untersuchung der Erhaltungstendenz der Witterung zu Stande kommt.

Das oben angegebene Schema wurde durch Anwendung von Buchstabengruppen erheblich vereinfacht [197]). Das Schema, welches gegenwärtig an der Seewarte in Gebrauch ist (seit Januar 1886), ist vor-

stehend mitgetheilt worden, indem ich die Witterungsthatbestände für Hamburg, Neufahrwasser und München, sowie die für diese Stationen geltenden Prognosen für den Januar 1886 wiedergab.

Die von der Seewarte herausgegebenen Prognosen wurden bis Ende 1885 nach der älteren Methode einer strengen und vorurtheilsfreien Prüfung unterworfen, deren Resultate in der „Monatlichen Uebersicht der Witterung“ neben denen anderer Institute und Prognosencentren regelmässig veröffentlicht wurden. Unter Hinweis auf die eben gemachten Bemerkungen theilen wir nachstehend die Hauptergebnisse dieser Prüfungen mit, und zwar derjenigen Prognosen, welche sowohl allgemein für ganz Deutschland, als auch derjenigen, welche speciell für das nordwestdeutsche Küstengebiet an der Seewarte gegeben waren. Wir verzichten dabei auf die Wiedergabe der Resultate für die einzelnen Monate, weil sich die Treffer ziemlich gleichmässig auf die ganze jährliche Periode vertheilen. Es sei dabei nochmals bemerkt, dass die in den Prognosen enthaltenen Elemente bei der Prüfung in 3 Gruppen getheilt wurden und zwar a) in solche, welche gut (+), b) in solche, welche nur theilweise (±) und in solche, welche nicht (—) mit den nachfolgenden Thatsachen übereinstimmten. Endlich wurde noch die eine Hälfte der Aussichten, welche nur theilweise mit den nachfolgenden Thatbeständen übereinstimmten, den günstigen (unter a), die andere Hälfte den verfehlten (unter c) hinzugefügt und hiernach die Procentzahl der Treffer berechnet:

Procentzahl der Treffer.

Für Deutschland überhaupt.					Für das NWdeutsche Küstengebiet.				
Jahr.	Wetter.	Wind.	Temp.	Ueberh.	Jahr.	Wetter.	Wind.	Temp.	Ueberh.
1877	77%	78%	84%	79%	—	—	—	—	—
1878	79	80	80	80	1878	80%	81%	82%	81%
1879	81	81	78	80	1879	77	81	77	78
1880	79	80	80	80	1880	82	82	80	81
1881	81	82	86	83	1881	81	85	84	83
1882	78	75	78	77	1882	79	77	77	78
1883	80	82	85	82	1883	81	83	82	82
1884	80	86	82	83	1884	82	88	81	83
1885	83	86	82	83	1885	84	86	85	85
Mittel	79,8	81,1	81,7	80,8	Mittel	80,8	82,9	81,0	81,4

Bilden wir für die Treffer von je 3 aufeinanderfolgenden Jahren die Mittelwerthe, so erhalten wir folgende nicht uninteressante Zahlen:

a) für Deutschland überhaupt

	Wetter	Wind	Temperatur	Ueberhaupt
1877/79	79,0	79,9	80,7	79,7
1880/82	79,3	79,0	81,3	80,0
1883/85	80,0	83,7	83,0	82,7

b) für Nordwestdeutschland

1878/79	78,5	81,0	79,9	79,5
1880/82	80,7	81,3	80,3	80,7
1883/85	82,3	84,0	82,7	83,3

Diese Zahlen zeigen ganz bestimmt für alle Elemente einen Fortgang, sowohl was die allgemeine, als die für das nordwestdeutsche Küstengebiet specialisirte Prognose betrifft, ein Umstand, der wohl kaum als ein Spiel des Zufalls anzusehen ist. — Abgesehen hiervon glauben wir uns nach den vielen bis jetzt gesammelten Erfahrungen zu dem Schlusse berechtigt, dass die Prognose entwickelungsfähig ist und die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens zugenommen hat und ferner, dass der Prognosendienst bei richtiger, rationeller Organisation und zweckmässiger Anwendung der Prognosen, der Praxis einen nicht unerheblichen Nutzen zu bieten im Stande ist.

Kann der Fortschritt in den Erfolgen der Wetterprognosen bei der Verwickelung der Erscheinungen naturgemäss auch nur ein sehr allmählicher sein, so ist es immerhin als eine sehr grosse Errungenschaft zu verzeichnen, dass wir nach so vielen Irrungen und fruchtlosen Bemühungen endlich ein sicheres reales Fundament, wie es die strenge Wissenschaft fordert, aufgefunden haben. Bauen wir an diesem Fundamente beharrlich und unverdrossen weiter und denken wir daran, dass auf demselben dereinst ein grossartiges Gebäude sich erheben wird, welches jedem Berufsleben bei allen Nationen die grössten Dienste erweisen soll! Hier gilt der Wahrspruch: per aspera ad astra. —

Die Sturmwarnungen wurden nach einer, der oben zuerst erwähnten ähnlichen, Methode geprüft und die Resultate dieser Prüfung in der „Monatlichen Uebersicht der Witterung“ veröffentlicht. Die Hauptergebnisse wollen wir im Nachstehenden ebenfalls wiedergeben. In der folgenden Tabelle sind die Signalstellen nach den bei denselben erzielten Procenten in folgende Gruppen geordnet: 1) von 50% und darüber, 2) über 50% bis incl. 60%, 3) über 60% bis incl. 70%, 4) über 70% bis incl. 80%, 5) über 80%; für die einzelnen Gruppen sind dann die mittleren Procente gebildet. Die letzte Gruppe enthält die Anzahl der Anordnungen, welche zum Heissen resp. zum Senken der Signale von der Seewarte gegeben wurden. Als Material zur Prüfung dienten die von den Signalstellen in den Tagebüchern eingetragenen Beobachtungen von Wind und Wetter, welche regelmässig um 8^h a. m. und 2^h und 8^h p. m.,

zur Zeit unruhiger Witterung in kürzeren Zeitintervallen angestellt wurden.

Wie bei der Prüfung der Wetterprognosen wurde für jede einzelne Signalstelle unterschieden, ob eine Warnung eingetroffen oder günstig (+), theilweise eingetroffen (±), und verfehlt, ungünstig (—) war. Dann wurde noch dabei beachtet, ob eine Warnung rechtzeitig (d. h. frühe genug, um als Warnung dienen zu können) bei der Signalstelle eintraf oder nicht, oder bei mangelhafter telegraphischer Verbindung so verzögert wurde, dass sie ihren Zweck verfehlte*). Fälle dieser Art wurden entweder ganz unbeachtet gelassen oder als theilweise eingetroffen betrachtet.

Allerdings sind die Zahlenwerthe, welche man auf diese Weise erhält, abhängig von der individuellen Beurtheilung der einzelnen Signalisten und in der That weichen diese Urtheile sehr von einander ab, so dass einige Signalstellen in ihren Tagebüchern fast keine stürmischen Winde notiren, und andere fast nach jeder Warnung das Eintreten eines Sturmes constatiren. Indessen dürfte die Vereinigung aller Urtheile durchschnittlich ein richtiges Bild für die Erfolge oder Misserfolge der Sturmwarnungen abgeben.

Ergebnisse der von der Seewarte erlassenen Sturmwarnungen.

Jahr.	Gruppe der Signalstellen. 1. 50% und darunter		2. über 50 bis incl. 60%		3. über 60 bis incl. 70%		4. über 70 bis incl. 80%		5. über 80%		Anzahl der Anordnungen.
	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	
1877	11	42	7	55	9	66	5	73	1	82	880
1878	7	44	7	56	14	66	3	72	1	82	1489
1879	15	33	8	56	6	62	4	78	1	81	1098
1880	10	43	6	55	9	63	12	74	1	86	2463
1881	15	43	4	56	7	67	2	73	4	87	1621
1882	13	42	3	56	6	65	2	73	4	87	1811
1883	18	35	3	53	9	65	—	—	2	85	1914
1884	8	40	10	56	7	64	6	76	4	92	1633
1885	21	40	7	55	5	64	3	77	2	94	1600
Total	13	40	7	56	8	65	4	75	2	86	14509

Als Gesammtresultat ergeben sich 55% Treffer, so dass also bei gegebener Sturmwarnung die Winde an den Küstenstationen unter 100 Fällen 55 Mal stürmisch werden, während sie 45 Mal

*) Die verspäteten Sturmwarnungen, welche ihren Grund entweder in der Verzögerung der Beförderung, oder in zu spät ausgegebenen Warnungen haben, belaufen sich durchschnittlich auf etwa 12—15%.

diese Stärke (Stärke 8 der Beaufort'schen Skala) nicht erreichen. Zur Beurtheilung des Erfolges oder Misserfolges der Sturmwarnungen aus diesen Zahlen sei noch bemerkt, dass Winde, welche an den Signalstellen die Stärke 6—7 der Beaufort'schen Skala erreichten, in welchen Fällen die Sturmwarnung als verfehlt, resp. als theilweise gelungen betrachtet wurde, auf hoher See diesen Werth in weitaus den meisten Fällen überschritten, so dass das Resultat sich weit günstiger gestalten würde, wenn dieser Umstand bei der Prüfung hätte gehörig berücksichtigt werden können. Dann fällt bei der Beurtheilung sehr in's Gewicht, dass nur höchst selten ausgedehnte, insbesondere heftige Stürme, die schwere Verluste an Hab und Gut oder gar Menschenleben veranlassten, ungewarnt die Küste trafen. Speciell erinnere ich an den oben (Seite 325) geschilderten Sturm, dessen ausserordentlich verheerende Wirkung noch lange nachher andauernde Spuren an der Küste hinterlassen hat, und dessen Herannahen sowohl wie Verlauf durch eine Reihe gelungener Warnungen vorausgesagt wurde (vgl. auch oben Seite 95).

Schon im ersten Theile dieses Handbuches (Seite 357) wurde einer Reihe von Gutachten gedacht, welche von Lootsencommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc. über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste im Jahre 1882 gegeben wurden [198]. Die Fragen, welche damals gestellt wurden, waren folgende: 1) Welche Ansichten vertritt die Küstenbevölkerung dem Sturmwarnungswesen gegenüber? 2) Werden die Sturmwarnungen von den verschiedenen Klassen der Küstenbevölkerung, von vorbeifahrenden Schiffern etc. beachtet und inwiefern? 3) Lässt sich nachweisen oder annehmen, dass durch die Beachtung der Sturmwarnungen Schäden irgend welcher Art verhütet wurden? (Angaben einzelner Fälle wären hier sehr erwünscht.) 4) Ist für die schnelle und allseitige Bekanntmachung der Sturmwarnungen und Sturmsignale in Ihrer Gegend hinreichend gesorgt und können hier noch Verbesserungen getroffen werden? 5) Könnte event. das Sturmwarnungswesen überhaupt für Ihre Gegend noch wirksamer gemacht werden und auf welche Weise? — Berichte und Gutachten in Bezug auf diese Fragen liefen ein und sind in der „Monatlichen Uebersicht der Witterung“ für 1882 veröffentlicht worden von: Borkum, Norderney, Nesserland-Emden, Carolinensiel, Wangeroog, Wilhelmshaven, Brake, Geestemünde, Bremerhaven, Weserleuchtthurm, Cuxhaven, Brunshausen, Glückstadt, Tönning, Keitum (auf Sylt), Aarösund, Flensburg, Friedrichsort, Kiel, Schleimünde, Marienleuchte,

Travemünde, Wismar, Warnemünde, Darsserort, Wittower-Posthaus, Arcona, Thiessow, Ahlbeck, Swinemünde, Colbergermünde, Rügenwaldermünde, Stolpmünde, Neufahrwasser, Pillau, Brüsterort und Memel. Diese Gutachten sprechen sich fast ausnahmslos günstig über die Einrichtung und die Wirksamkeit des deutschen Sturmwarnungswesens aus, und in gegenwärtiger Zeit dürfte die letztere durch die Einrichtung des Abenddienstes noch wesentlich erhöht sein.

Ein anderer indirekter Beleg für die Brauchbarkeit der Sturmwarnungen dürfte die Thatsache sein, dass in neuerer Zeit an der ostpreussischen Küste auf Initiative der Provinzialregierung und an der Unterelbe auf diejenige des landwirthschaftlichen Vereins zu Eckernförde private Signalstellen errichtet worden sind, die ihre Sturmwarnungsdepeschen von der Seewarte erhalten.

Aehnlich wie an der deutschen Küste wurde in Grossbritannien Ende 1881 eine Umfrage nach den Ansichten über den Werth der Sturmwarnungen bei der Küstenbevölkerung gehalten [199]). Auch die hierauf erfolgenden Gutachten sprachen sich meistens günstig über das Sturmwarnungswesen aus.

VII. Wetterprognosen auf längere Zeit voraus.

Aus den vorhergehenden Darlegungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass die mannigfaltigen Witterungsphänomene in unseren Gegenden nur dann verstanden und richtig gedeutet werden können, wenn wir sie anlehnen an die grossen allgemeinen atmosphärischen Bewegungen, so dass wir von einem höheren Standpunkte aus die scheinbar unentwirrbaren Einzelerscheinungen übersehen. Denn in jedem einzelnen Falle und an jedem einzelnen Orte hat der Witterungscharakter seinen primären Grund in der allgemeinen Wetterlage und erst in zweiter Linie und bei bestimmten Situationen können die sogenannten localen Einflüsse, die wir oben besprochen haben, zur Geltung kommen. Wollen wir die letzteren verstehen und ihrem Werthe nach festsetzen, so erscheint es nothwendig, sie in Zusammenhang mit den ersteren zu betrachten.

Vorzüglich ist es die wechselnde Luftdruckvertheilung auf dem atlantischen Ocean und über Europa, wodurch der vorwaltende Witterungscharakter in unseren Gegenden bedingt wird und diese Beziehungen möglichst genau festzustellen und hieraus für die Praxis

Nutzen zu ziehen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der ausübenden Witterungskunde.

Nach dieser Richtung hin sind in neuerer Zeit zwei vortreffliche Untersuchungen veröffentlicht worden, die wir in diesem Handbuche nicht übergehen können, um so weniger, als dieselben einem in unserer Zeit vielfach besprochenen Projekte Vorschub leisten, welches dahin geht, den wettertelegraphischen Dienst durch telegraphische Verbindung der Stationen der Far-Öer, Islands, Südgrönlands und der Azoren mit Europa westwärts auf den atlantischen Ocean auszudehnen. Es sind dieses die Arbeiten von Hoffmeyer [200]) und Teisserenc de Bort [201]).

Auf Grund vieljähriger Beobachtungen weist Hoffmeyer nach, dass das Gebiet niedrigen Luftdruckes auf dem nordatlantischen Ocean im vieljährigen Durchschnitt drei Centren geringsten Druckes zeigt, von welchen das bedeutendste südwestlich von Island, und je ein geringeres auf der Ostseite gegen das nördliche Eismeer, und auf der Westseite gegen die Davisstrasse liegen. Diese Depressionen bilden die Hauptaspirationsstellen für die gesammte Luftbewegung über dem nordatlantischen Ocean und Westeuropa, sie verursachen auf ihrer Südseite hauptsächlich westliche und südwestliche Luftbewegung und führen so die dampfreiche oceanische Luft niederer Breiten den Westküsten Europas zu, welchem Umstande wir die Milde unseres Klimas verdanken. Aber nicht zu jeder Zeit sind diese Minima so gleichmässig entwickelt, wie es die mittleren Luftdruckkarten angeben, sondern meist tritt das eine oder andere auf Kosten der übrigen ganz besonders hervor und übernimmt dann die Hauptrolle in der Gestaltung und Entwickelung der Witterungserscheinungen über Nordwesteuropa, und zwar in so entschiedener Weise, dass hierdurch der Wettercharakter in unseren Gegenden oft auf längere Zeit eine durchgreifende Umwandlung erfahren kann.

Dieses weist Hoffmeyer in der ihm eigenen klaren Weise an einer Reihe von Beispielen mit aller Entschiedenheit nach.

Im Januar 1874 (vergl. unten Fig. 62) ist das Minimum im Eismeere ausserordentlich stark entwickelt, die beiden anderen Minima sind zwar vorhanden, treten aber gegen das erstere bedeutend zurück, besonders das im Westen an der Davisstrasse. Der Rücken höchsten Luftdruckes liegt auf dem Ocean in der Nähe des 40. Breitegrades, über dem Continente über Spanien, den Alpen und Oesterreich-Ungarn. Die Folge dieser Druckvertheilung ist ein lebhafter südwestlicher Luftstrom, welcher über dem atlantischen Ocean

durch das Minimum an der Davisstrasse eingeleitet wird und durch das Minimum im Eismeer einen neuen Antrieb erhält, so dass Europa von einem kräftigen, feuchten und warmen Strome überfluthet wird, der sich etwa von 45° bis 60° n. B erstreckt.

Eine andere Luftdruckvertheilung zeigt der Januar 1875 (vgl. unten Fig. 63, IV): das Minimum bei Island ist erheblich südwestwärts verschoben und sehr stark entwickelt, die anderen Minima treten ganz zurück. Dieser Druckvertheilung entsprechend entwickelt das erstere Minimum auf seiner Südseite einen südwestlichen Luftstrom, der auf den britischen Inseln nordwärts umbiegt, um dann nach dem Norden und Nordwesten zu fliessen, so dass nur Island, Westeuropa und Centraleuropa erwärmt werden.

Aus dem folgenden Täfelchen, welches für die beiden oben genannten Monate die Abweichung der Temperatur von den Normalwerthen, hauptsächlich für das nördliche Europa, giebt, ist der Einfluss dieser Druckverhältnisse auf die Temperatur ersichtlich:

	Brit. Inseln	Centraleuropa	Skandinavien	Weisses Meer
Januar 1874	+ 2°	+ 2°	+ 4°	+ 8°
„ 1875	+ 2°	+ 2°	— 3°	— 4°

Die mittlere Isobarenkarte für Januar überhaupt zeigt, wie schon gesagt, dass unter normalen Verhältnissen eine Theildepression über dem arktischen Meere nördlich von Europa entwickelt ist — hervorgerufen durch das relativ warme eisfreie Meer an der nordskandinavischen Küste — und dieses ist der Hauptgrund, warum im nordwestlichen Europa die Winter so milde sind. Das Minimum bei Island bedingt auf der Südseite einen lebhaften südwestlichen Strom und führt die warme Luft der niederen Breiten unseren Küsten zu, und nun äussert sich die Wirkung des arktischen Minimums, indem es diesen Luftstrom nach rechts ablenkt und über den europäischen Kontinent hinführt. Die kontinentale Axe verläuft von Südspanien über die Alpen nach dem Kaukasus hin.

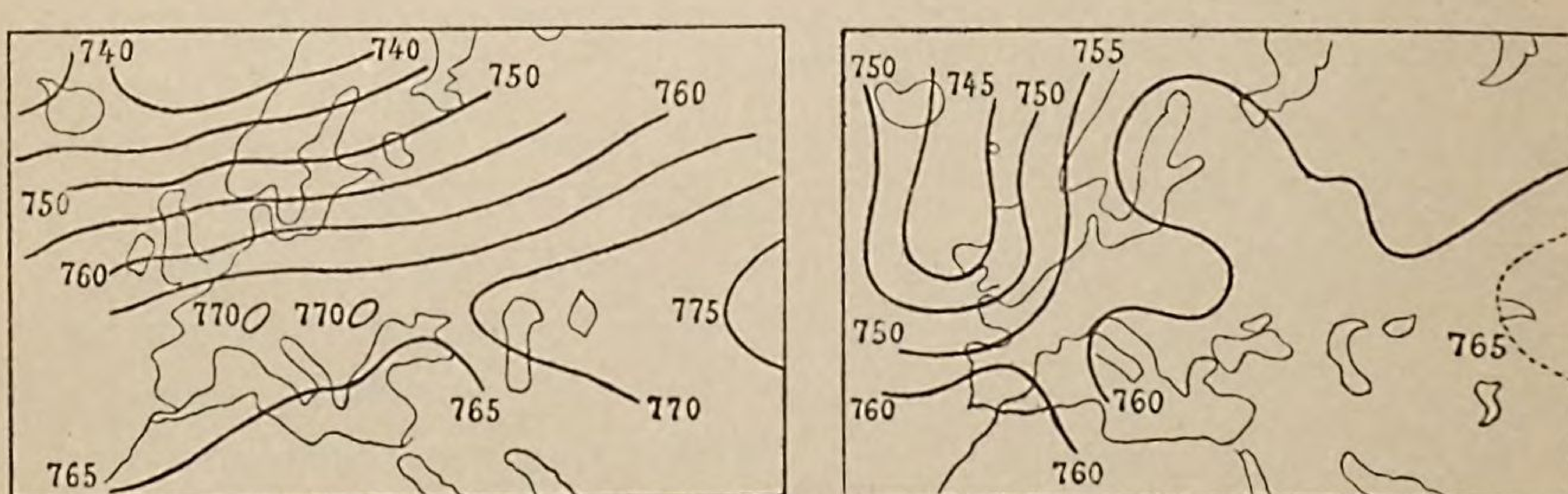
In dem für Frankreich ungewöhnlich milden Winter 1876/77 zeigt der Monat December diesen Typus sehr deutlich. Die von der Seewarte herausgegebenen Bahnenkarten der Minima, welche der „Monatliche Uebersicht der Witterung“ beigefügt sind, zeigen für December 1876 eine ausserordentliche Frequenz der Minima über den britischen Inseln, welche auf ihrer Westseite meistens stürmische Winde hervorbrachten (Sturmcentra), unter deren Einflusse die oceanische Luft in lebhaftem Strome das westliche Mitteleuropa beständig überfluthete, so dass bei reichlichen Regenfällen die Temperatur erheblich über der normalen gehalten wurde. Welche Wirkung die

Verlegung einer Depression haben kann, das zeigen deutlich die Vorgänge vom 27. bis 29.: Der Nordosten Centraleuropas war besonders in den Tagen vom 21. bis 27. ausserordentlich kalt, die strenge Kälte war am 26. bis nach Holland westwärts vorgedrungen. Da verlagerte sich vom 27. bis 29. das Minimum von den britischen Inseln nach dem mittleren Ostseegebiete und bewirkte einen Wetterumschlag, wie er wohl selten in unseren Gegenden vorkommt. In Hamburg zeigte am 27. (8^h a. m.) das Thermometer — 17 ° C., in der folgenden Nacht trat starkes und anhaltendes Thauwetter ein, in Königsberg stieg das Thermometer vom 28. auf den 29. in 24 Stunden von — 13,8 ° auf + 1,3 ° C. (vgl. „Monatliche Uebersicht der Witterung“, Jahrgang 1876, Monat December).

Die Temperaturabweichungen betrugen für diesen Monat:

Brit. Inseln	Centraleuropa	Skandinavien	Weisses Meer
+ 2°	+ 2°	— 5°	— 8°

Zu den eben betrachteten Monaten Januar 1874 und December 1876 bildet der Januar 1875 den Uebergang. Wir geben jene als die Repräsentanten dieser Klasse wieder (nach Teisserenc de Bort Typus D und E, siehe unten):



Januar 1874. December 1876.

Fig. 62.

Dass auch das Minimum an der Davisstrasse die Hauptrolle übernehmen kann, zeigt der Februar 1875, wo dasselbe auf Kosten der beiden anderen ungewöhnlich stark entwickelt ist. Bei dieser Luftdruckvertheilung wurde die warme oceanische Luft gezwungen, schon südlich von Grönland und Island nach Norden umzubiegen. Während diese Gebietstheile erwärmt wurden, blieb über Europa die Temperatur, unter dem Einfluss continentaler Winde, unter den Normalwerthen.

Wie excessiv die Variationen in der Vertheilung des Luftdruckes sein können, zeigt sehr schön der December 1874 (vergl. Fig. 63 III),

wo sich das Minimum im Rücken hohen Luftdruckes von den Azoren nordwärts über Island und Ostgrönland hinaus ausdehnt und die beiden Depressionen im Westen und Osten scheidet, so dass das normale Hauptminimum südwestlich von Island total verschwunden ist, eine Luftdruckvertheilung, die wir auch im März 1878 antreffen[202]. Bei dieser Situation bildeten sich zwei Windsysteme: westlich vom Rücken des hohen Luftdruckes waren die Windverhältnisse denen des Februar 1875 analog; auf dem Ostrande dieses Rückens drang ein kalter, vom hohen Norden kommender Luftstrom direkt nach den südwesteuropäischen Küsten, welcher theilweise durch eine über der Ostsee lagernde Depression nach Deutschland abgezweigt wurde. Daher das kalte Wetter über Westeuropa in diesem Monate.

Diese Untersuchungen führten Hoffmeyer zu dem Schlussresultate: „**Der Charakter des Wetters, welches über Nordeuropa herrscht, hängt ganz und gar von der Herrschaft ab, welche das eine oder andere der barometrischen Minima des nordatlantischen Oceans erlangt.**" —

Durch die eben besprochenen Hoffmeyer'schen Untersuchungen ist jedenfalls ein bedeutender Schritt zum Verständnisse der Witterungsvorgänge und des Klimas des nordwestlichen Europas vorwärts gethan und insbesondere der Beweis geliefert, dass es zur Deutung unserer Witterungsphänomene keineswegs genügt, auf beschränktem Gebiete die atmosphärischen Erscheinungen in Betracht zu ziehen, indessen auch bei derselben Lage der drei vorhin betrachteten Minima können die Witterungszustände in unseren Gegenden einen ganz verschiedenen Charakter darbieten und es zeigt sich bei genauerer Ueberlegung bald, dass das Gesichtsfeld noch mehr erweitert und das Untersuchungsgebiet noch mehr vergrössert werden muss. Und hier sind es vor Allem die grossen barometrischen Maxima, ihre Lage, ihre Umwandlungen und ihre Beziehungen zu den barometrischen Minima, welche augenscheinlich die Wetterlage, ihre Aenderung und dadurch die Witterungsvorgänge in unseren Gegenden in erster Linie bestimmen. Diese mit in den Kreis der Betrachtung gezogen und so die Gesichtspunkte verallgemeinert zu haben, ist unstreitig das Verdienst von Teisserenc de Bort, dessen Untersuchungen über die Wintertypen und speciell über den Winter 1879/80, wir jetzt besprechen wollen. Vorher will ich noch bemerken, dass der Verfasser diese Untersuchung am 14. August 1880 in der Sitzung der „Association française pour l'avancement des sciences" in Reims zuerst ankündigte, wobei er die Wichtigkeit

betonte, welche die Untersuchung der Ursachen der Entstehung und der Beharrlichkeit der barometrischen Maxima, insbesondere für die Wetterprognose, habe und speciell auf die Druckvertheilung im December 1879 hinwies.

Die Unregelmässigkeit in der Luftdruckvertheilung ist nach Teisserenc de Bort bedingt durch die ungleichförmige Erwärmung von Land und Meer, so dass sich durchschnittlich eine gewisse Anzahl grosser barometrischer Maxima und Minima in bestimmten Gegenden befinden, welche die atmosphärische Circulation auf ausgedehnten Gebieten beherrschen. Diese grossen Maxima und Minima bezeichnet derselbe mit dem Namen „grosse Actionscentren der Atmosphäre“.

Wenn auch diese Actionscentren in gewissen Gegenden unserer Erde fast ausschliesslich anzutreffen sind, so sind doch ihre Grenzen sehr veränderlich und ihre Lage mannigfachen Verschiebungen unterworfen, und diese Verschiebungen sind hinreichend, um dem Witterungscharakter unserer Gegenden die verschiedensten Formen aufzudrücken.

Das für Westeuropa vorzugsweise in Betracht kommende Actionscentrum ist das Luftdruckmaximum zwischen den Azoren, Madeira und Spanien, welches sich westwärts nach den Bermuden hin ausdehnt. Folgende Fälle sind zu unterscheiden: 1) Verlagert sich dieses Maximum ohne Aenderung der Breite nach Osten hin, so wird durch die südwestlichen Winde der Transport oceanischer Luft begünstigt und hierdurch ein milder Winter bedingt; 2) verschiebt sich das Maximum nach Frankreich oder Westdeutschland, so sperrt es den Zutritt der Seewinde ab, das Wetter ist ruhig und (abgesehen von Bodennebel) meist heiter und kalt; 3) wandert das Maximum nordwärts etwa nach dem biscayischen Busen oder nach den britischen Inseln, so hat dieses im Gefolge nordwestliche und nördliche Winde mit nasskaltem Wetter und häufigen und ergiebigen Schneefällen.

Das Maximum im Osten hat über Centralasien seine grösste Beständigkeit, indessen kann dasselbe grosse und mannigfache Modificationen erleiden und zwar: 1) kann sich dasselbe derart theilen, dass etwa das Flussgebiet des Ob das östliche Maximum von demjenigen des Westens scheidet, welch' letzteres sich nicht selten westwärts auch über Skandinavien erstreckt. In der Regel bedingt diese Wetterlage continentale Winde und kalte Winter (wie z. B. im Januar 1842 und 1879); 2) die das Maximum im Osten und

dasjenige im Westen trennende Zone liegt mehr westwärts nach Europa zu, wobei das westliche Maximum in der Regel mit dem hohen Luftdrucke über Centraleuropa sich vereinigt (wie in den kalten Monaten December 1865 und 1879 und im Januar 1882); 3) das Maximum verlagert sich südwärts und nimmt an Höhe ab.

Wie wir bereits oben auseinandergesetzt haben, ist das Minimum über dem nordatlantischen Ocean für die Witterungsverhältnisse Europas von hervorragender Bedeutung. Die Umwandlungen, Verschiebungen und Theilungen dieses Actionscentrums stehen jedenfalls in innigstem Zusammenhange mit den eben besprochenen Maxima, insbesondere mit jenem im Süden. Nach Teisserenc de Bort lassen sich folgende Fälle unterscheiden: 1) Ein Minimum liegt über dem Eismeere und Finnmarken, ein zweites an der grönländischen Küste. Diese Druckvertheilung bedingt für Nordeuropa einen warmen Winter, während für das Wetter in Mitteleuropa die Lage des barometrischen Maximums entscheidend ist. 2) Das Minimum liegt tiefer, südlich über der Nordsee und der skandinavischen Halbinsel, während relativ hoher Luftdruck das Minimum über Grönland abscheidet. Nicht selten, insbesondere dann, wenn das Maximum der Rossbreiten sich nach Norden verschiebt, bewegen sich an dessen Nordostrande die barometrischen Depressionen südostwärts über Centraleuropa, wodurch in der Gegend westlich von dieser Bahn nasskaltes Wetter hervorgerufen wird. 3) Das Minimum liegt über den britischen Inseln, in welchem Falle zumeist hoher Luftdruck über Nordrussland zu lagern pflegt. Hierdurch wird milde, aber nicht selten unruhige Witterung für das westliche Mitteleuropa bedingt. 4) Ein Minimum ist an der westfranzösischen Küste ausgebildet, während gleichzeitig Depressionen über dem Mittelmeere auftreten und hoher Luftdruck sich über Westeuropa erstreckt. Bei dieser Druckvertheilung bewegen sich die Minima in der kälteren Jahreszeit südostwärts nach dem Mittelmeere hin und die hierdurch bedingten continentalen Winde begünstigen die Abkühlung (wie im Januar und December 1871, Februar 1879). 5) In selteneren Fällen kommt ein Minimum in der Gegend der Azoren zur Entwickelung; liegt das Centrum längere Zeit südlich von den Azoren, so kann diese Störung sehr bedeutend sein. Dieser Zustand ist geeignet, länger anhaltende Kälte und Trockenheit im westlichen Theile von Mitteleuropa hervorzurufen. — Ueberhaupt sind es nicht allein diese Depressionen, welche die ganze Thätigkeit des oceanischen Minimums zusammensetzen, andere zeigen sich an der Davisstrasse, im Eis-

meere und besonders über Sibirien oder Russland, welch' letztere das asiatische Maximum von dem europäischen trennen.

Aus der gegenseitigen Lage der Maxima und Minima und ihre Beziehung zu den Witterungszuständen in unseren Gegenden ergeben sich folgende Wintertypen, welche in der folgenden Karte durch Repräsentanten vertreten sind. Ich habe diese Karten dadurch vervollständigt, dass ich neben der Druckvertheilung (ausgezogene Linien) die Linien gleicher Temperatur-Abweichung (punktirte Linien) eintrug, so dass auch die Ausbreitung des Kältegebietes übersichtlich dargestellt ist. Die Kärtchen III und IV erhielten eine ziemlich erhebliche Abänderung, insbesondere für den Westen, da es mir geboten erschien, die Isobaren (mit Berücksichtigung der Breite) mehr den von Hoffmeyer veröffentlichten genaueren Karten anzulehnen, wenn auch die allgemeine Situation hierdurch wenig verändert wird. Ich bemerke ausdrücklich, dass die folgenden Typen für Frankreich und dessen nächste Umgebung aufgestellt sind, wie jene von Hoffmeyer sich vorzugsweise auf Skandinavien und Dänemark beziehen.

Typus A. Kalt und trocken. Das Maximum über Asien verschiebt sich gewöhnlich nach Westen und theilt sich derart, dass der westliche Theil sich über das nördliche Russland und Finnland erstreckt und der Luftdruck sowohl nach Westen als auch nach Süden hin abnimmt, eine Druckvertheilung, die am häufigsten im Januar zu Stande kommt. Es ist einleuchtend, dass bei dieser Situation östliche continentale Winde über Mitteleuropa vorwiegen müssen, welche die Kälte Russlands in unsere Gegenden übertragen. Dieser Typus war vertreten im Januar 1838, 1842, 1861, 1876 und 1879. Der Januar 1876, dessen erste Hälfte diesem Typus angehörte, und der Januar 1879, dessen zweite Hälfte diesen Charakter zeigt, waren für Frankreich und Centraleuropa ausserordentlich streng. Einige Extreme des Januar 1876, welche alle in den Zeitraum vom 5.—11. fallen, mögen hier eine Stelle finden: Köslin — 26,4 ^{0} C., Hamburg — 12,9, Bromberg — 15,5, Breslau — 22,3, Karlsruhe — 17,0, München — 17,8, Duschlberg (bayr. W.) — 25,3, Utrecht — 13,4, Krakau — 23,4, Turin — 10,7, Neapel — 3,0 ^{0} C. Auf der Karte I zieht sich ein breiter Kältegürtel von den britischen Inseln ostwärts über Mitteleuropa hinaus nach Centralasien hin, Nord- und Südeuropa haben Wärmeüberschuss, in Deutschland und Umgebung herrscht strenge Kälte.

Typus B. Kalt und trocken (Strahlungswinter). Das baro-

metrische Maximum hat sich über den westlichen Theil von Mitteleuropa verlegt, während im Ob-Gebiete und in der Gegend der Azoren der Luftdruck relativ niedrig ist. Dieser Typus ist charakterisirt durch ruhiges, heiteres (abgesehen von Bodennebeln) und trockenes Wetter. Der Lufttransport vom Ocean ist für unsere Gegenden abgesperrt, so dass durch die Ausstrahlung die Temperatur erniedrigt wird, insbesondere, wenn vorher eine Schneedecke sich gebildet hat (wie im December 1879). Diesem Typus gehören an: December 1864, 1865, 1873, 1875, 1879 und Januar 1859 und 1864. Zuweilen liegt der Kern des barometrischen Maximums etwa mitten in Deutschland oder noch südlicher, dann werden die weiter nördlich und westlich davon gelegenen Gebietstheile in die oceanische Luftcirculation aufgenommen und erfreuen sich milder Witterung, während östlich resp. südlich davon strenge Kälte herrscht. So zeigt eine Vergleichung der Decembermonate 1865 und 1879, dass die Luftdruckvertheilung in beiden Monaten grosse Aehnlichkeit hat, und doch war der December 1865 für Frankreich mild, dagegen der December 1879 (vgl. Karte II) für ganz Mitteleuropa ausserordentlich kalt. Aber im ersteren lag der höchste Luftdruck häufiger im Osten von Frankreich und machte so öfters den Zutritt von Seewinden in den westlichen Continent möglich.

Der Hauptrepräsentant dieses Typus ist der December 1879, welcher wohl als der kälteste Decembermonat dieses Jahrhunderts anzusehen ist. Es ist dieser Monat denkwürdig nicht allein wegen der tiefen Kältegrade, sondern ganz besonders durch die Beständigkeit aller Ursachen, welche eine grosse Temperaturerniedrigung in dieser Jahreszeit hervorbringen können. Als solche können für diesen Monat hervorgehoben werden: 1) die geringe Luftbewegung, 2) die sehr geringe Bewölkung und die dadurch bedingte starke Ausstrahlung in den Weltenraum und 3) die lange Anwesenheit einer Schneedecke. Die grösste Kälte herrschte im Innern Frankreichs, in Süddeutschland und Oesterreich, wo das Monatsmittel der Wärme stellenweise bis zu 12° C. unter dem Normalwerthe blieb. Einige Temperaturextreme mögen hier angeführt werden: Paris — 25,6, Châlons — 25,1, Clermont — 23,0, Toulouse — 10,2, Montpellier — 11,2, Nizza — 3,5, Hamburg — 19,2, Münster i. W. — 22,4, Berlin — 18,8, Bromberg — 26,4, Königsberg — 26,9, Breslau — 26,1, Kassel — 25,8, München — 25,3, Utrecht — 17,5, Kopenhagen — 8,3, Wien — 20,7, Krakau — 29,6, Basel — 24,0.

Typus C. Feuchtkalt. Dieser Typus ist charakterisirt

durch die Verschiebung des Maximums bei den Azoren nach Norden hin, während relativ niedriger Luftdruck über Centraleuropa und dem Mittelmeergebiete lagert. Diesen Typus haben wir schon oben im December 1874, dem Hauptrepräsentanten dieser Gruppe, kennen gelernt, wo, der Druckvertheilung entsprechend, ein kalter Luftstrom aus dem hohen Norden am Ostrande des hohen Luftdruckes über Westeuropa sich ausbreitete und dort die Temperatur zum Sinken brachte. In der Regel ist dieser Typus gekennzeichnet durch häufige und ergiebige Schneefälle, die nicht selten die Erhaltung und Verstärkung der Winterkälte begünstigen. So trugen die ausgedehnten und starken Schneefälle in den ersten Tagen des Monats December jedenfalls dazu bei, dass dieser Monat anhaltend so abnorm niedrige Temperaturen zeigte. Vorherrschend war dieser Typus im December 1867, 1870, 1871, 1874, 1878 und im Januar 1868 und 1871.

Typus D und E. Milde Winter. Beide Typen stimmen darin überein, dass dieselben eine Luftdruckvertheilung bieten, welche der oceanischen Luft freien Zutritt in den europäischen Continent gestattet, so dass ihre Herrschaft durch milde Witterung mit häufigen Regenfällen charakterisirt ist. Bei Typus D liegt der hohe Luftdruck über der iberischen Halbinsel und dem Mittelmeere, während das oceanische Depressionsgebiet sich über den nordatlantischen Ocean, Nordeuropa und Nordsibirien erstreckt. Dieser Typus ist vertreten im December 1863, 1866, 1874, 1875 und hauptsächlich im Winter 1883/84. Typus E unterscheidet sich von D durch die Verschiebung des asiatischen Maximums nach Nordrussland und des nordatlantischen Minimums nach den britischen Inseln. Dieser Typus kam vor im December 1862, 1872, 1876 und im Januar 1860, 1872, 1873 und 1877.

Einige Monate schliessen sich nicht den vorhin besprochenen Typen an, so der December 1881 und der Januar 1882. Ersterer gehört zum Theil dem Typus E an, indem das asiatische Maximum sich nach Russland ausgebreitet hatte und die britischen Inseln ziemlich häufig von Depressionen besucht wurden, indessen nähert er sich durch Verschiebung des hohen Luftdruckes westwärts oft nach unseren Gegenden, dem Typus A; vom 23. an war der Typus B vorherrschend. Der Januar 1882 nähert sich im Ganzen dem Typus B, mehrere Tage entsprechen diesem fast vollständig; allein die Verschiebung des Maximums der Rossbreiten hatte nicht Beständigkeit genug. Wenn auch hoher Luftdruck diesen Monat charakterisirt, so war das Wetter doch sehr trübe und daher ver-

WINTERTYPEN.

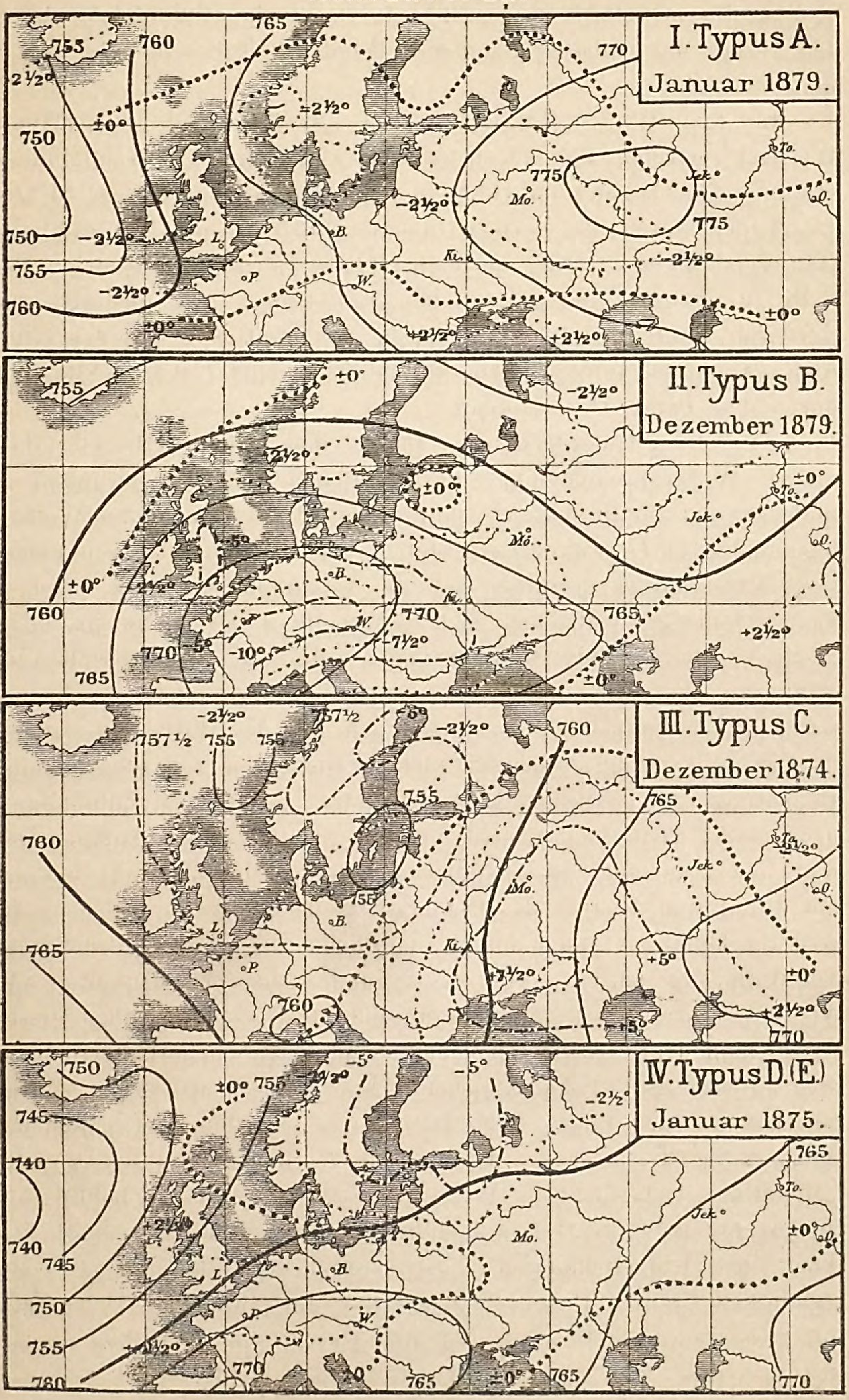


Fig. 63.

hältnissmässig mild. Ausserdem kamen mehrere Anomalien in der Temperaturvertheilung vor, welche durch die eigenthümlichen, durch den Verlauf der Isobaren gegebenen Windverhältnisse noch besonders markirt sind.

In dem Winter 1883/84 waren alle Typen in mehrfachem Wechsel vertreten, die jedoch trotz ihrer geringen Dauer alle ihnen zukommenden Eigenthümlichkeiten scharf hervortreten lassen. Unter den Typen waren die warmen (hauptsächlich Typus D) sowohl der Häufigkeit als der Dauer nach entschieden überwiegend, daher das weite Vordringen des oceanischen Luftstromes aus niederen und mittleren Breiten nach Osten hin in den Continent und der milde Charakter dieses Winters. Die kalten Typen sind fast ausschliesslich durch den Typus C vertreten.

Alle diese Untersuchungen liefern den sicheren Beweis, dass unsere Witterungszustände, ihre Fortdauer und Aenderungen in innigster und unmittelbarer Verknüpfung mit der allgemeinen Wetterlage und ihren Umwandlungen stehen, und dass ein klares und richtiges Verständniss derselben nur in Anlehnung an diese erfolgen kann. Indessen vollziehen sich innerhalb dieses Rahmens meist rasch vorübergehende Veränderungen, die auf den vorwaltenden Witterungscharakter auf grösserem Gebiete zwar keinen sehr beträchtlichen Einfluss haben, aber doch für die Witterungserscheinungen auf verhältnissmässig kleinen Distrikten von eingreifender Bedeutung sind. Barometrische Minima, meistens Randbildungen der grossen Depressionscentren, gleiten oft in rascher Aufeinanderfolge am Rande der grossen barometrischen Maxima fort, äussern auf Wind und Wetter des Gebietes, welches sie durchziehen, im weiteren Umkreise einen ausserordentlichen Einfluss und drücken so der Witterung den Charakter des Veränderlichen, Launenhaften auf. Als eine vermittelnde oder ergänzende Untersuchung über diesen Gegenstand dürfte meine oben eingehend besprochene Untersuchung über „Typische Witterungserscheinungen“ angesehen werden, welche ich Anfangs des Jahres 1883 (also etwas vor dem Erscheinen der Abhandlung Teisserenc de Bort's) in der Einleitung zu der „Monatliche Uebersicht der Witterung“ auszugsweise und bald darauf im „Archiv der Seewarte“ in ausführlicher Behandlung veröffentlichte. Auch diese Untersuchungen weisen auf die Wichtigkeit und Nothwendigkeit für den Prognosendienst hin, die allgemeine Wetterlage auf grösserem Gebiete zu kennen und zu verfolgen. Hierzu genügt das bisherige, nur auf Europa beschränkte Gebiet nicht, sondern

dasselbe muss, soll mit grösserem Erfolg gearbeitet und soll insbesondere der Witterungscharakter für längere Zeit abgeleitet werden, nothwendig westwärts, namentlich nordwestwärts auf den atlantischen Ocean ausgedehnt werden, nach den Gegenden, woher wir, wie ich vorhin zeigte, unser Wetter zu erwarten haben.

Ein solcher, auch über den atlantischen Ocean sich erstreckender Wetterdienst wurde im Jahre 1880 von Hoffmeyer vorgeschlagen[203]), und zwar in der bestimmten Voraussicht, dann im Stande zu sein, die wahrscheinliche Gestaltung des Witterungscharakters für einen längeren Zeitraum angeben zu können.

Da die Durchführung dieses Projektes die Erfolge der ausübenden Witterungskunde erheblich erhöhen würde und sowohl für die Sicherung der Seefahrt*) als auch für die Interessen des Binnenlandes von grosser Tragweite ist, und da dieselbe auf der Tagesordnung der internationalen meteorologischen Berathungen beständig einen Platz gehabt hat und auch noch haben dürfte, so erscheint es geboten, das Projekt an dieser Stelle etwas eingehend zu besprechen.

In den 21 Monaten (September bis November 1873 und December 1874 bis Mai 1876, 638 Tage), welche Hoffmeyer zu seinen Untersuchungen wählte, liessen sich auf dem Ocean zwischen 30° und 70° n. Br. und 10° und 60° w. L. (Gr.) 285 Minima von grösserem Umfange verfolgen. Unter diesen erschienen (wahrscheinlich aus dem arktischen Amerika kommend) 8 % (23) in der Baffinsbay oder Davisstrasse, 44 % (126) kamen aus den Vereinigten Staaten oder Canada, 9 % (25) zeigten sich (wahrscheinlich aus den Tropen kommend) zwischen den Azoren und Neufundland, 37 % (106) bildeten sich auf dem Ocean durch Theilung schon bestehender Minima und endlich 2 % (5) hatten ihren Ursprung auf offenem Meere.

Nur die Hälfte aller Minima (145) erreichte 10° w. L. Unter diesen waren 12 % arktische, 47 % nordamerikanische, 5 % tropische, 33 % Theilminima und 3 % auf dem Ocean entstandene.

Von den 126 Depressionen, welche das gemässigte Nordamerika an den Ocean abgab, kamen nur 68 oder 54 % (gemischt mit einer

*) Nach dem Berichte des Board of Trade für 1879/80 fanden an der englischen Küste durch die Ungunst des Wetters verursachte Seeunfälle statt:

	Totalverluste	Grössere Seeunfälle	Kleinere Seeunfälle	Summe
1876/77	130	367	1258	1805
1877/78	138	289	1002	1429
1878/79	121	227	761	1109
1879/80	97	213	581	891

126 100
68 6800:126 = 54
x = 630

noch grösseren Anzahl Minima) nach Europa, während 58 oder **46** % auf dem Ocean selbst entstanden.

Die Bahnen der ersteren 68 Minima lassen sich in 4 Gruppen zerlegen (vergl. Karte Fig. 64): **22** passirten Grönland; 1) von diesen gingen **14** nördlich von Island vorbei und streiften nur die nördlichsten Küsten Norwegens, die übrigen 8 schlugen eine von Island südlich gelegene Route ein und zogen theils (5) zwischen Island und Schottland in östlicher Richtung, theils (3) erreichten sie die britischen Inseln in südöstlicher Richtung. Von den eben genannten 22 Minima hatten weitaus die meisten (20) vor Betreten des Oceans die Seeregion passirt, nur 2 kamen aus dem südlichen Theile Nordamerikas. Alle diese Minima (22) erzeugten an irgend welchen Küstentheilen Europas, insbesondere an den norwegischen, stürmische Winde.

2) **13** Minima gingen südlich von Grönland nahe an Island vorüber, 7 von ihnen wandten sich nordostwärts nach der Nordspitze Europas, 3 schritten zwischen Island und Schottland fort und andere südostwärts gegen die britischen Inseln. Die Intensität dieser Minima nahm meistens mit dem Fortschreiten nach Osten zu, nur 2 verursachten keine Stürme in Westeuropa. Diese Minima schienen an der norwegischen Küste und über den britischen Inseln gleich häufig stürmische Winde zur Folge zu haben.

3) **20** Minima zogen in ostnordöstlicher Richtung quer über den Ocean und schnitten den 50. Parallel durchschnittlich in 40 ° w. L.; in dieser Gegend theilten sich ihre Bahnen, indem die Majorität, 13, zwischen Island und Schottland, 6 ostwärts nach Grossbritannien und 1 südostwärts nach Portugal sich fortpflanzten. Wie bei den übrigen Gruppen nimmt die Intensität der Minima bei weiterem Fortschreiten nach Osten zu und nur mit einer einzigen Ausnahme waren alle diese Minima für Europa stürmisch.

4) **13** Minima zogen auf südlicher Route bei den Azoren vorüber, indem sie den ganzen Ocean durchkreuzten. Weniger als die Hälfte dieser Minima verursachte in Westeuropa Stürme.

Die mittlere Zeitdauer, während welcher die Minima von 60 ° bis 10 ° w. L. den Ocean überschritten, ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—10	Tage
Ueber Grönland	6	7	2	3	4		Fälle
„ Irland	3	5	3		2		„
Quer über den Ocean	2	4	3	5	4	2	„
Ueber die Azoren	1	2	3	3	2	2	„

Auf den nördlicheren Routen (Länge etwa 3000 km) erfolgte also die Fortpflanzung rascher als auf südlichen (Länge etwa 3700 km). Das Mittel betrug etwa 4 1/2 Tag.

Im Allgemeinen schlug mehr als die Hälfte (55 %) der Depressionen, welche von den Vereinigten Staaten ausgingen, die Richtung nach Grönland und Island ein, ein Viertel (26 %) ging quer über den Ocean, während ein Fünftel (19 %) nach den Azoren fortschritt.

Von den 68 Minima, welche Europa erreichten, bewirkten 59 stürmische Winde an irgend einem Theile der westeuropäischen Küste, in 48 Fällen an der norwegischen, in 32 Fällen über den britischen Inseln, in 19 Fällen an den französischen Küsten und in 11 Fällen an der iberischen Halbinsel. Wie oben (Seite 265) gezeigt wurde, wird die Gewalt der meisten Stürme gebrochen, wenn sie sich von den britischen Inseln unseren Küsten nähern und hieraus können wir abnehmen, dass die Anzahl der Minima, welche von Amerika zu uns herüberkommen und an unserer Küste stürmische Winde erzeugen, verhältnissmässig sehr gering ist.

Die Geschwindigkeit und die Intensität, welche die Minima westlich von 60° L. zeigten, boten keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung ihrer weiteren Schicksale auf dem Ocean, so dass diese lediglich von den Witterungsverhältnissen abhängen, welche die Minima auf dem Ocean selbst antreffen.

Die Minima, welche in den Tropen ihren Ursprung haben und zwischen Neufundland und den Azoren erscheinen, erreichen selten Europa, 2 schritten nach Grönland fort, 1 nach Island, 1 nach den Far-Öern, 1 nach Grossbritannien, und 2 nach Frankreich. Diese Minima nahmen mit einer einzigen Ausnahme bei ihrem weiteren Fortschreitten nach Osten an Intensität zu und erzeugten Stürme an den westeuropäischen Küsten. Andere 17 Depressionen ähnlichen Ursprungs erreichten Europa nicht, 10 füllten sich aus und 7 wurden von anderen Depressionen absorbirt.

Sehr häufig ist auf dem atlantischen Ocean das Auftreten secundärer Minima (Theilminima) in der Peripherie anderer Depressionen; sie machten 37 Procent aller Minima aus. Diese Theilminima werden am häufigsten von den zwischen unseren und den amerikanischen Häfen verkehrenden Schiffen angetroffen, so dass die Hauptcentra hoch im Norden in selten besuchten Meerestheilen liegen. Bei ihrem Vorübergange schiesst gewöhnlich der Wind in mehr oder weniger heftigen Böen rasch von Südwest nach Nord-

west aus, um dann langsam wieder nach Südwest zurückzudrehen. Wie schon bemerkt, sind diese Theilminima auch in Westeuropa ausserordentlich häufig, sie bewegen sich hier um das Hauptminimum gegen die Bewegung des Uhrzeigers und entwickeln sich dann nicht selten zu selbständigen Actionscentra, während das Hauptminimum sich ausfüllt. Es würde zu weit führen, auf diese interessanten Erscheinungen hier weiter einzugehen.

Von den 48 hier in Betracht kommenden Theilminima überschritten 9 (19%) den Meridian 10° w. L. nördlich vom 65° n. B., 4 (8%) zwischen 60 und 65° n. B., 23 (48%) zwischen 50 und 60° n. B., 9 (19%) zwischen 40 und 50° n. B. und 3 (6%) südlich vom 40° n. B., so dass also fast die Hälfte derselben über die britischen Inseln hinwegging. 33 Theilminima verursachten an den Westküsten Europas stürmische Winde, nahezu gleich häufig über Norwegen, Grossbritannien und Frankreich, seltener über Portugal.

Diese Resultate benützt zunächt Hoffmeyer zur Untersuchung der von Amerika nach Europa telegraphisch mitgetheilten Sturmwarnungen, welche von einem Privatmanne, dem Besitzer des „New-York Herald“ ausgehen und welches Unternehmen ursprünglich mit dem Signal Office in Washington nichts zu thun hatte. Das Material zu diesen Sturmwarnungen liefern ohne Zweifel ausgiebige wettertelegraphische Berichte aus Amerika selbst, dann Nachrichten von den in Amerika ankommenden Schiffen und dieses wird benutzt, die Küstenbewohner Westeuropas mehrere Tage im voraus von der Annäherung atmosphärischer Störungen, die den Ocean überschreiten, zu benachrichtigen sowie die von Europa ausgehenden Schiffe vor schlechtem Wetter zu warnen, was sie auf dem Ocean auf ihrer Reise nach Amerika zu erwarten haben.

Wie sehr auch die grosse Opferwilligkeit und die Energie dieser Zeitung, deren Verdienste durch die Mission Stanley's allerwärts bekannt sind, anerkennenswerth ist, so folgt aus den vorhergehenden klaren Darlegungen Hoffmeyer's die Haltlosigkeit des Systems, soweit es die Sturmwarnungen betrifft.

Zunächst sind die atmosphärischen Zustände auf dem Ocean nicht so einfach und wenig veränderlich, als man aus mehreren Gründen erwarten sollte, auch die Bahnen der Störungen zeigen keine grössere Einförmigkeit und Regelmässigkeit, als auf dem Continente, so dass wir mit aller Bestimmtheit behaupten können, dass es ebenso unmöglich ist für ein meteorologisches System in Nordamerika die Bahn eines von Amerika abgehenden Minimums im

Voraus anzugeben, ohne die Wetterlage zu kennen, welches dieses auf seinem Wege antreffen wird, als ein im Westen Europas gelegenes Institut ausser Stande ist, Osteuropa zu warnen, ohne Kenntniss von den dazwischen liegenden Witterungszuständen zu haben. Fast alle Minima, die von Amerika nach Europa fortschreiten, haben westlich vom 60° w. L. nahezu dieselbe Richtung, erst mitten auf dem Ocean erfolgt eine entscheidende Schwenkung, und erst jetzt lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit festsetzen, welcher Theil der europäischen Küsten von dem Minimum betroffen wird. Zu diesem Zwecke aber erscheint es nothwendig, die Vertheilung des Luftdruckes und die übrigen Witterungserscheinungen sowohl auf dem Ocean als in Westeuropa zu kennen.

Dann erscheint es unmöglich, die Zeitdauer zu bestimmen, welche erforderlich ist, damit ein Minimum den Weg von Nordamerika zurücklege, da diese wie oben bemerkt, grossen Schwankungen unterworfen ist. Auch die Geschwindigkeit und die Intensität, welche die Minima in Amerika beim Betreten des Oceans zeigten, geben keine Anhaltspunkte für ihr späteres Verhalten. Andererseits erleiden die Depressionen auf dem Ocean mancherlei Umgestaltungen, Neubildungen und Rückbildungen, Unregelmässigkeiten in der Richtung und Geschwindigkeit, welche auf jener Grundlage im voraus nicht erkannt oder nur vermuthet werden können; „die Kenntniss der atmosphärischen Zustände über dem östlichen Theile des atlantischen Oceans und über Europa, sowie der Kräfte, welche dort in Wirkung sind, wird unzweifelhaft nothwendig sein, um sich eine klare Vorstellung von der Sachlage machen zu können, und zu bestimmen, welcher Theil Europas von einem Minimum, welches westlich von 40° w. L. liegt, getroffen wird.“ Die Beobachtungen aus Westeuropa allein lassen einen Schluss über die Zustände und Vorgänge auf dem Ocean nicht zu, auch die Kenntniss der Witterungserscheinungen in den arktischen Gegenden, wohin mehr als die Hälfte der von Amerika kommenden Minima wandern, ist durchaus nothwendig.

In neuester Zeit ist jenes System durch das Signal Office in Washington, wie es scheint, erheblich modificirt und verbessert worden. Gegenwärtig werden einzelne Staaten Westeuropas, z. B. Grossbritannien und Holland, auf Grundlage umfassender Berichte (namentlich von in Amerika einlaufenden Schiffen) von den Zuständen auf dem atlantischen Ocean aus letztverflossener Zeit unterrichtet, so dass man in vielen Fällen über den Ursprung grösserer

atmosphärischer Störungen unterrichtet ist, wenn sie die europäischen Küsten erreichen. Ausserdem enthalten diese Telegramme gelegentliche Mittheilungen über Eisberge, verlassene Schiffe etc. Im Monate Januar 1886 kamen 12, im Februar desselben Jahres 8 solcher transatlantischen Telegramme zur Versendung, von denen ich hier 2 als Beispiele aus dem Londoner „Dayly Weather Report" wiedergebe:

15. Februar 1886: „Atlantic Telegramm: The Chief Signal Officer at Washington U. S. reports that on the 13th Jnst. a fresh gale from E. shifting to SW. was experienced in Lat. 40° N. Long 73° W. the barometer at 8 a. m. falling to a minimum of 29,5 inch."

25. Februar 1886: „Atlantic Telegramm: The Chief Signal Officer at Washington U. S. reports, that on the 18th Jnst. icebergs were seen in Lat. 47° N. Long. 46° W."

Als Resultat seiner Untersuchungen legt Hoffmeyer sein Projekt zur Organisation eines wettertelegraphischen Dienstes mit Bezug auf den nordatlantischen Ocean mit folgenden Worten vor:

„Nachdem erwiesen ist, dass die atmosphärischen Störungen über dem Ocean in derselben Weise ostwärts fortschreiten wie über den angrenzenden Continenten; dass gewiss eine bedeutende Anzahl (61 %) der Störungen, welche wir auf dem atlantischen Ocean begegnen, von Westen dorthin gelangt ist, die einen durch die Vereinigten Staaten und Canada, die anderen aus weiter nördlich oder südlich gelegenen Regionen, indessen auch dass gleichzeitig eine durchaus nicht zu vernachlässigende Anzahl von Störungen (39 %) auf dem atlantischen Ocean selbst durch Spaltung und spontane Ausbildung entsteht; dass nur die Hälfte der auf dem Ocean beobachteten Störungen nach Europa gelangt; dass die Fortpflanzungsrichtung der Störungen in Amerika und die Eigenschaften, welche sie dort zeigen, kein Material über ernstliche Schlussfolgerungen über ihre weitere Bahn auf dem atlantischen Ocean und die Eigenschaften, die sie dort entwickeln, darzubieten vermögen; dass auch durch Combination der amerikanischen Beobachtungen mit den europäischen man keine zuverlässige Auskunft gewinnen kann über das, was auf dem atlantischen Ocean vor sich geht oder geschehen wird — ergiebt sich als nothwendiges Resultat: dass man, um sich in Europa thunlichst gegen Ueberraschungen zu schützen, die vom atlantischen Ocean kommen, suchen muss, sich die nöthigen Aufklärungen über die augenblicklichen Witterungszustände auf diesem Meere zu verschaffen, und diese Auskünfte mit Nachrichten aus Amerika combiniren muss,

mit andern Worten: Man muss suchen für den atlantischen Ocean einen regelmässigen, auf den thatsächlichen Zuständen begründeten Witterungsdienst einzurichten.

Auf den ersten Blick erscheint dieses freilich als eine Unmöglichkeit, aber ich bin fest überzeugt, dass das Unternehmen nicht allein möglich ist, sondern sich durch Mittel erreichen lässt, welche mir keineswegs ausser Verhältniss mit den zu erreichenden Vortheilen zu stehen scheinen. Wenn man die meteorologischen Stationen der Far-Öer, Islands und Südgrönlands, sowie der Azoren, in telegraphische Verbindung mit Europa setzt, und gleichzeitig die Bermuden mit Nordamerika, so wird es möglich sein, nach den Mittheilungen von diesen Punkten und jenen von Westeuropa und dem östlichen Nordamerika tägliche synoptische Karten zu entwerfen, welche die Witterungszustände auf dem nordatlantischen Ocean darstellen. In der Mehrzahl der Fälle würde diese Darstellung mit hinreichender Sicherheit die Vertheilung des Luftdrucks auf dem Ocean in ihren Hauptzügen erkennen lassen, jedenfalls würde sie dieses thun, wenn eine atmosphärische Störung von einiger Bedeutung sich Europa nähert . . . Alles, was nöthig sein wird, ist also ein gründliches Studium der Formen, welche der Witterungszustand auf dem atlantischen Ocean bestimmt, und der Art, in welcher die Veränderungen derselben gewöhnlich vor sich gehen, genaue Kenntniss dessen, wie sich die localen Verhältnissn der Stationen unter bestimmten Bedingungen gestalten, und Uebung in der Praxis des Systems. Die Mehrzahl der Meteorologen wird ohne allzuviel Mühe diesen Forderungen des Programms genügen können.“

Auf unserer Figur, auf welcher wir die 6 von Hoffmeyer gegebenen Karten vereinigt haben, finden wir 85 nach Europa verlaufende Bahnen, die 3 nördlichen mit 52 (61%) Minima gehen so nahe an Grönland und Island vorüber, dass man ohne Zweifel im Stande ist, dieselben durch die Beobachtungen der in jenen Gegenden gelegenen Stationen zu verfolgen. Von den beiden südlichen Bahnen mit 33 Minima biegen 14 (17%) ziemlich frühe gegen Island ab, 7 (8%) gehen so nahe an den Azoren vorüber, dass sie durch die Beobachtung auf diesen Inseln leicht erkannt werden können, es bleiben also im Ganzen nur 12 (6 + 5 + 1) Bahnen, also im Ganzen nur 14% aller Bahnen, übrig, deren Beobachtung schwierig ist, weil sie gerade zwischen Island und den Azoren liegen. Gewöhnlich aber besitzen die den letzteren Bahnen angehörigen Depressionen

einen grossen Umfang, während ihre Form südnordwärts ausgedehnt ist, so dass auch diese ziemlich leicht verfolgt werden können, ohne über die Lage des Centrums und die Grösse der Gradienten genaue Anhaltspunkte erlangen zu können.

Ferner ist die Kenntniss der barometrischen Maxima auf dem Ocean für die Fortbewegung und Umgestaltung der Depressionen sowohl auf dem Ocean selbst, als auch in Europa, von hoher Bedeutung. Diese zeigen auf dem atlantischen Ocean und Europa

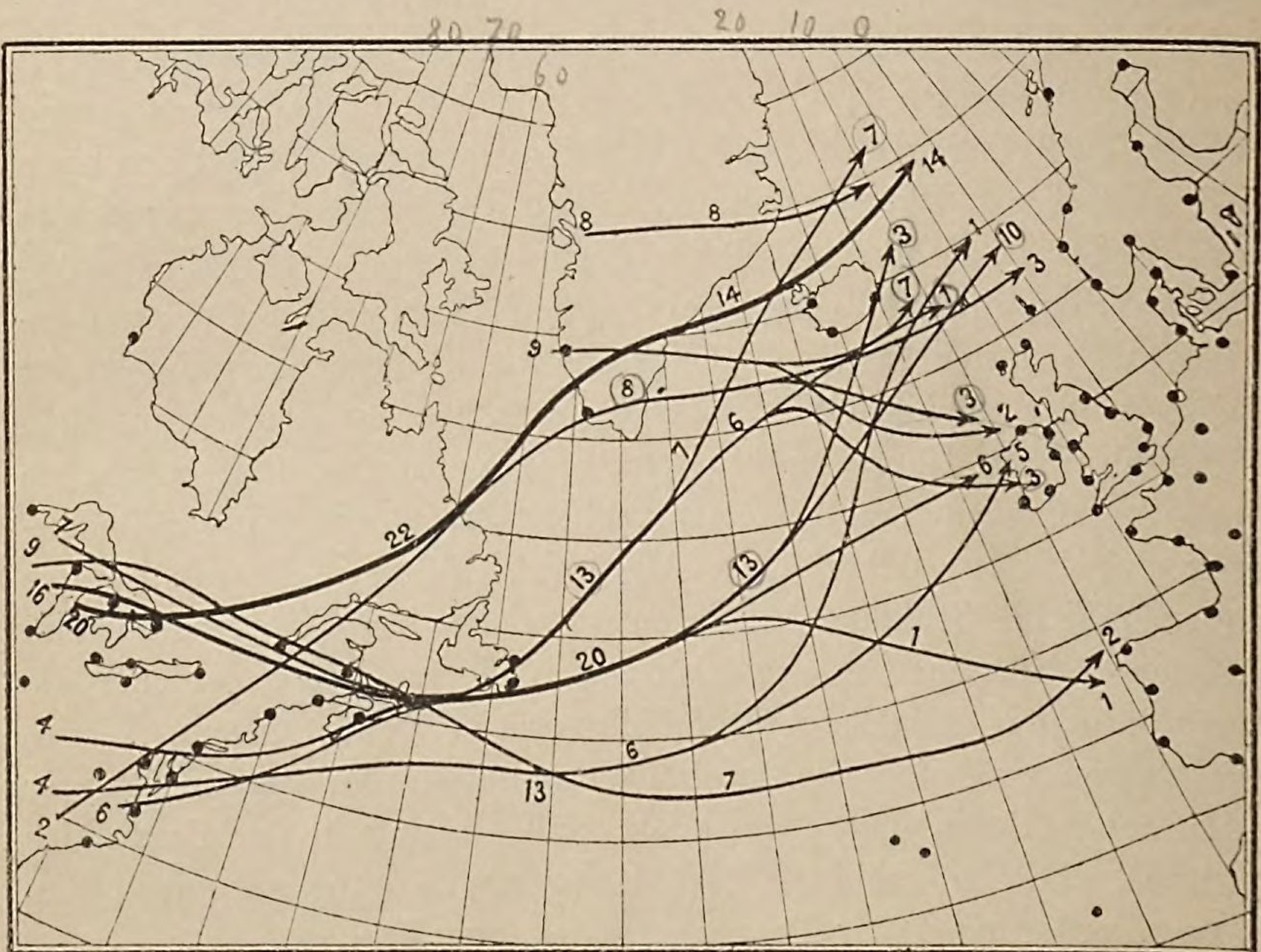


Fig. 64. Hoffmeyer's Project.

eine entschiedene Tendenz, Lage und Form längere Zeit beizubehalten und zwingen so die Depressionen, einen bestimmten Weg zu verfolgen, während sie auch gleichzeitig ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit beeinflussen. Von besonderer Wichtigkeit ist der hohe Luftdruck mit ruhigem, heiterem Wetter, welcher sich gewöhnlich continuirlich von den Bermuden nach den Azoren erstreckt; geringe Aenderungen haben grosse Bedeutung für die Witterung sowohl auf dem Ocean als in Westeuropa.

Ich möchte hier auch ganz besonders auf die Wichtigkeit der Kenntniss der Temperaturvertheilung auf dem Ocean hinweisen, deren Bedeutung Hoffmeyer nur andeutungsweise erwähnt, da

diese, wie oben bemerkt wurde, mit der Fortpflanzung der Depressionen im innigsten Zusammenhange steht (vgl. oben Seite 290).

„Die Ausdehnung und wirkliche Lage der Gebiete hohen Druckes, bemerkt Hoffmeyer, können nicht vollständig beurtheilt werden, wenn man dieselben nicht von Europa aus verfolgen kann; ebenso hat auch der Ocean seine eigenen Maxima, welche nach den europäischen Beobachtungen nicht bestimmt werden können, ja deren Existenz man zuweilen nicht ahnen kann, und welche doch eine entscheidende Wirkung ausüben auf die Witterungszustände bei uns. Wenn man dieses beachtet, glaube ich, dass der Witterungsdienst in Europa mit Hilfe der synoptischen Karten vom atlantischen Ocean, wie ich sie vorschlage, in Stand gesetzt werden wird, seine Thätigkeit, welche fast ganz auf die Wetterprognosse von einem Tage zum anderen beschränkt war, dahin auszudehnen, dass in Zukunft er im Stande sein wird, wahrscheinliche Angaben darüber zu machen, in welcher Art die Witterungsverhältnisse für einen längeren Zeitraum sich zu gestalten scheinen.

Dass die transatlantische Schifffahrt sich auf verschiedene Weise Vortheile aus solchen ungefähren Witterungskarten vom Ocean ziehen könnte, bedarf kaum des Nachweises. Diese Karten werden im Stande sein, Schiffe, die aus europäischen Häfen auslaufen, zu verhindern, in das Gebiet starker atmosphärischer Störungen sich zu begeben; sie werden mit Vortheil zur Wahl zwischen verschiedenen möglichen Wegen benutzt werden können; sie werden wichtige Nachrichten über den Zustand der Passate bei den Azoren zu geben vermögen, welche durchaus nicht so regelmässig sind, wie gewöhnlich vorausgesetzt wird; endlich werden dieselben von grösster Wichtigkeit sein für Rheder und Befrachter, welche in der Lage sein werden, ungefähr den Fortgang ihrer Schiffe verfolgen zu können, und häufig eine genügende Erklärung für die Verspätung derselben in den vorwaltenden Windverhältnissen zu finden."

Dass das Hoffmeyer'sche Projekt bei allen internationalen Conferenzen der Gegenstand eingehender Berathungen war und als eine Angelegenheit von hoher internationaler Bedeutung betrachtet wurde, habe ich im I. Theile dieses Handbuches (Seite 313 ff.) ausführlich besprochen, ich erwähne hier nur noch, dass die Vorstände deutscher meteorologischer Institute in einer in Bezug auf den praktischen Witterungsdienst am 3. April 1880 in Hamburg abgehaltenen Conferenz in Beziehung auf das oben dargelegte Projekt folgenden Beschluss fasste: „Die Conferenz sieht es als den wich-

tigsten Schritt in der weiteren Entwickelung der Wetterprognose, die Aufstellung allgemein gehaltener Prognosen für mehrtägige Zeiträume, an, und hält diesen Schritt für thunlich, wenn die Beschaffung täglicher telegraphischer Wetterberichte aus dem Umkreis des nordatlantischen Oceans ermöglicht wird nach dem Vorschlage, welcher auf der Hamburger Conferenz im December 1875 und neuerdings mit specieller Motivirung von Herrn Cpt. Hoffmeyer gemacht ist. Die Conferenz hält desshalb die Herstellung einer telegraphischen Verbindung mit den Far-Öern, Island, Grönland und den Azoren für eine Angelegenheit von grossem internationalem Interesse und ersucht das deutsche Mitglied des internationalen meteorologischen Comité's die Verfolgung der Angelegenheit durch diese Institution zu beantragen."

VIII. Aufeinanderfolge der unperiodischen Witterungserscheinungen.

Schon öfter wurde in diesem Buche auf die grosse Mannigfaltigkeit und Unbeständigkeit der Witterungserscheinungen hingewiesen und in der That scheint die Aufeinanderfolge der verschiedenen Witterungscharaktere regellos und dem reinen Zufall unterworfen zu sein — und doch zeigt diese bei genauer Untersuchung eine gewisse Gesetzmässigkeit, wodurch es möglich ist, auf gewisse Fragen über das kommende Wetter bestimmten Aufschluss zu geben. Dieses Resultat erhielt Köppen, als er die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Witterungsbeständigkeit und Witterungswechsel und auf die Störungen anwandte, und da diese Untersuchung für die ausübende Witterungskunde von grosser Bedeutung ist, wollen wir die Hauptresultate dieser Arbeit hier in gedrängter Kürze wiedergeben, indem wir in Bezug auf die theoretischen Betrachtungen auf die Originalabhandlung selbst verweisen [204]).

„Die folgenden Untersuchungen, bemerkt Köppen, „sollen einen, wenn auch geringen Beitrag zu dem Materiale liefern, das zur Begründung einer Erkenntniss auf diesem Gebiete nöthig ist und zugleich einen neuen Anhaltspunkt für die praktische Wetterprognose geben, das so viel erwünschte und nie völlig zu erreichende Ziel. In der neuesten Zeit hat dieser Zweig der angewandten Meteorologie grossartige Fortschritte gemacht und Erfolge erzielt durch die

Möglichkeit, mittels Telegramme den angeblichen Zustand der Witterung über grosse Länderstrecken zu überblicken. Aber die Resultate dieser Vergleichungen können doch jetzt und auf längere Zeit hinaus fast nur dem im Hafen zum Auslaufen bereiten Seemann nützen, dem Landmann sind diese Wetterprophezeiungen meist ganz unzugänglich, wenigstens zu der Zeit, wo sie ihm noch nützen könnten; und da ihm doch die Vorherbestimmung des Wetters in manchen Fällen sehr wichtig ist, so ist er hiefür allein auf seine eigenen Beobachtungen an einem einzigen unveränderlichen Orte angewiesen. Jede Untersuchung, welche für diese Art der Wetterprognose neue Handhaben giebt, mag daher für die praktische Meteorologie erwünscht sein.

Ich betrachte im Folgenden bestimmte Seiten des Witterungscharakters aufeinanderfolgender natürlicher oder willkürlicher Zeitabschnitte und vergleiche die Häufigkeit eines Wechsels in diesem Charakter mit der Fortdauer des gleichen durch mehrere Zeitabschnitte. Hierzu eignen sich entweder die Erscheinungen direkt: z. B. wenn ich die Gruppen mit oder ohne Niederschlag betrachte; — oder es muss aus denselben der Einfluss der (jährlichen) Periode, der sie unterworfen sind, eliminirt werden, und dann behandle ich die Abweichungen vom vieljährigen Mittel, die „Störungen".

Nach dem Vorgange Schiaparelli's über das Klima von Vigevano berechnet Köppen die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels oder der „Veränderlichkeit"*) und untersucht dann die Grösse der mittleren Veränderlichkeit für verschiedene Factoren der Witterung und deren Abhängigkeit von einigen begleitenden Umständen und zuletzt die jährliche Periode der Wetterveränderlichkeit.

Bedeutet V die berechnete Veränderlichkeit, die einer zufälligen Aufeinanderfolge der Wechsel entspricht, V^1 die beobachtete, ML die mittleren Periodenlänge, so erhält man für Brüssel (1833—1862) und Dorpat (15 Jahre) folgende Werthe (Temp. = Tagesmittel mit + und — Abweichungen, a = Regentag, b = trockener Tag, c = Mittel).

	Brüssel Temp.	Brüssel Regen a.	Brüssel Regen b.	Brüssel Regen c.	Dorpat Klar	Dorpat Regen
V (berechnet)	0,498	0,481	0,519	0,500	0,801	0,573
V^1 (beob.)	0,194	0,294	0,314	0,304	0,444	0,416
ML (beob.)	5,16 Tage	3,42 Tage	3,16 Tage	3,29 Tage	2,25 Tage	2,40 Tage
ML (berechnet)	2,01 „	2,08 „	1,92 „	2,00 „	1,24 „	1,75 „

*) Ist α die Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer Erscheinung, so ist $1-\alpha$ die Veränderlichkeit oder die Wahrscheinlichkeit eines Witterungswechsels.

Diese Zahlen zeigen eine entschiedene Tendenz des Wetters, den jeweiligen Charakter zu erhalten.

Die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels, d. h. des Uebergangs zwischen einer positiven Abweichung und einer negativen oder zwischen einem Regentag und einem regenlosen ohne Rücksicht auf die Grösse der Aenderung, nach 1, 2, 3 etc. Tagen ergiebt sich aus folgender Tabelle*):

Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels.

Nach Perioden gleichen Wetters.	Brüssel		Dorpat	
	Temp.	Regen.	Klar.	Regen.
Nach 1 Tage	0,251	0,366	0,511	0,459
„ 2 Tagen	0,242	0,319	0,471	0,396
„ 3 „	0,216	0,302	0,342	0,412
„ 4 „	0,206	0,258	0,377	0,376
„ 5 „	0,165	0,266	0,312	0,388
„ 6 „	0,169	0,244	0,333	0,323
„ 7 „	0,148	0,255	0,273	0,370
„ 8 „	0,142	0,304	0,500	3,45
„ 9 „	0,161	0,211	0,500	0,474
„ 10 „	0,167	0,188		
„ 11 „	0,132	0,256		
„ 12 „	0,113	0,230	0,400	0,247
„ 13 „	0,126	0,128		
„ 14 „	0,159	0,170		
„ 15 „	0,119			
„ 16 „	0,161			
„ 17 „	0,090	0,230		0,384
„ 18 „	0,069			
„ 19 „	0,202			
„ 20–24 Tagen	0,136	0,074		
„ 25–29 „	0,112	0,166		
„ 30–34 „	0,190	0,010		
„ 35–60 „	0,098			

Hiernach nimmt die Wahrscheinlichkeit eines Witterungswechsels mit der Länge der Periode ab, oder die Wahrscheinlichkeit der Fortdauer desselben Witterungscharakters wächst mit der Länge der verstrichenen Zeit von betreffender Witterung, so dass also mit jedem neuen Regentage die Hoffnung geringer wird, dass der fol-

*) Die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels nach r Tagen ist $\frac{p}{p + p'}$, wenn p die Zahl der Perioden von r Tagen ist, p′ die Gesammtzahl der längeren.

gende Tag keinen Regen bringen wird. Dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass, so lange die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels über Null liegt, so sehr sie auch abnehmen mag, die Zahl der Perioden mit der steigenden Länge derselben stetig abnehmen muss. Je länger also eine Periode ist, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit ihres Eintritts.

Andere Zusammenstellungen über die Tage mit und ohne Niederschlag machten Gasparin für Paris, Orange (an der unteren Rhône) und Nicolesi (auf Sizilien), Wesselowskij für Wladimir und Charkow. In der folgenden Tabelle sind die Perioden mit und ohne Niederschlag zusammengerechnet und das Mittel aus den einzelnen Monaten mitgetheilt. Dabei wurde das Mittel aus den Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung für die einzelnen Monate genommen, wodurch der Einfluss der jährlichen Periode sehr geschwächt wird. Unter „Index“ (der Erhaltungstendenz) verstehen wir den Quotienten aus der wirklichen Differenz und der grössten möglichen.

	Nicolesi 20 Jahre	Orange 36 Jahre	Paris 33 Jahre	Wladimir 19 Jahre	Charkow 15½ Jahre	Brüssel 30 Jahre
ML (beobachtet)	6,31	3,12	3,46	2,98	2,78	3,29
V^1 „	0,202	0,326	0,293	0,340	0,364	0,304
V (berechnet)	0,248	0,370	0,487	0,435	0,458	0,500
V^1—V	—0,046	—0,044	—0,194	—0,095	—0,094	—0,096
Index	0,185	0,118	0,398	0,219	0,205	0,392

Aus den Untersuchungen Eisenlohr's über den Einfluss des Windes auf den Barometerstand [205]) ergeben sich folgende Zahlen für die Wahrscheinlichkeit eines Stillstandes des Windes zwischen 2 Beobachtungen:

Wahrscheinlichkeit für die Beständigkeit der Windrichtung.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Beobachtet	0,591	0,742	0,661	0,312	0,366	0,770	0,613		
Berechnet	0,098	0,223	0,082	0,012	0,028	0,353	0,162	0,042	0,2745
Differenz	0,493	0,519	0,579	0,300	0,338	0,417	0,451	0,365	0,4066
Index	0,546	0,667	0,630	0,304	0,348	0,645	0,538	0,381	0,560

Die Erhaltungstendenz ist also am stärksten bei den Ostnordost- und Westsüdwest-Winden, am schwächsten bei den Winden aus Nordwest und Südost—Süd; die letzteren zeigen dadurch den Charakter des Zufälligen, Unregelmässigen in viel höherem Grade, als die beiden Hauptströme; „die grössere Seltenheit hat hierauf keinen direkten Einfluss, da der Einfluss dieses Factors in der letzten Reihe der oberen Tafel eliminirt ist; aus den letzteren geht im Gegentheil hervor, dass die Nordost- und Südwest-Winde sich auch durch andere Eigenschaften, als ihre blosse Häufigkeit aus den übrigen Windrichtungen herausheben: sie tragen den Charakter des Beständigeren, Gesetzmässigeren an sich und die Lehre von den

beiden wesentlichen Luftströmen — dem Passat und Antipassat — erhält dadurch eine beachtenswerthe Stütze."

Die Zahlen der folgenden Tabelle drücken die Wahrscheinlichkeit aus, dass die Temperatur des folgenden Monats im entgegengesetzten Sinne vom vieljährigen Mittel abweiche als die der vorhergehenden (die unter 0,1° C. = 0,08° R. liegenden Abweichungen sind nicht berücksichtigt, die Küstenorte beziehen sich auf Westeuropa und Nordamerika, die Continentalorte auf Sibirien, Südrussland und Südostdeutschland):

	Januar	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Zahl der Jahre.
Ostseebecken	0,425	348	403	435	461	350	382	483	464	471	430	404	311
Südöstl. Deutschland .	0,429	378	398	478	445	341	383	414	419	491	407	441	421
Grossbritannien . . .	0,441	362	332	486	376	380	366	339	364	417	413	351	205
Westeuropa	0,439	390	332	492	439	387	371	390	373	439	415	441	391
Südl. Russland . . .	0,403	347	470	413	357	417	266	333	487	383	417	347	108
Sibirien	0,443	430	337	453	423	370	427	453	440	400	400	440	86
Italien	0,490	407	336	432	434	401	404	425	350	379	348	390	157
Inneres v. N-Amerika .	0,453	347	380	527	550	333	197	413	483	537	440	400	103
Küste v. N.-Amerika .	0,459	390	317	358	374	365	344	330	397	491	485	442	226
Europa	0,431	371	381	453	439	367	365	418	416	465	417	426	1231
Amerika	0,449	374	333	405	432	369	317	352	420	501	464	430	329
12 Küstenorte	0,417	390	326	438	413	378	360	366	383	460	443	441	617
16 Continentalorte . .	0,431	377	397	471	444	357	340	407	445	466	408	419	718

Hieraus folgt, dass die Veränderlichkeit der Witterung von Monat zu Monat 2 Maxima hat: im Frühjahr (von April auf Mai) und im Herbst (von October auf November). Das Minimum der Veränderlichkeit fällt in der alten und neuen Welt an der Küste zwischen März und April, im Binnenlande zwischen Februar und März.

In der jährlichen Periode giebt es 2 Punkte — im frühen Frühjahr und im Hochsommer — wo man 2 gegen 1 wetten kann, dass, wenn der laufende Monat zu kalt ist, auch der nächste zu kalt sein werde, und wenn der laufende zu warm ist, auch der nächste zu warm sein werde.

Ob auch die Abweichungen vom Mittel bei den anderen meteorologischen Elementen ähnliche periodische Störungen aufweisen, darüber giebt folgende Tabelle einige Anhaltspunkte.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Jahre.
						Luftdruck:							
Hohenpeissenberg . .	0,415	302	443	370	520	540	400	450	490	420	370	598	54
						Windrichtung:							
Leipzig	0,433	406	453	507	514	490	528	433	561	516	471	344	36
						Niederschlagsmenge:							
Breslau	0,270	485	387	540	459	267	276	422	417	500	306	323	55
Prag	0,408	368	430	540	445	543	500	405	611	472	486	474	50
						Niederschlagstage:							
Stuttgart	0,525	558	500	500	500	420	345	538	625	554	518	551	64
Kiew	0,556	333	448	448	400	452	448	500	533	467	417	520	36
Nikolajew	0,462	321	355	360	416	480	476	435	536	430	442	420	34
						Heiterkeit:							
Vigevano	0,433	500	588	528	600	470	472	405	433	500	343	487	38
						Allgemeines Mittel:							
8 Orte	0,438	409	450	510	482	458	430	449	526	482	419	457	367

Aus diesen Zahlen erhellt auch die Bedeutung der Lostage, welche auf der unklar aufgefassten Beobachtung beruhen, dass das Wetter in gewissen Zeiten des Jahres weniger veränderlich ist, als in anderen, dass zu diesen Zeiten die Tendenz zur Erhaltung auch ungewöhnlicher Witterungsverhältnisse sehr beträchtlich ist. „Die Lostage sind bekanntlich solche, nach deren Witterung man diejenige der nächstfolgenden Zeit bestimmt, und zwar meist in dem Sinne, dass letztere mit der Witterung des Lostages übereinstimmen werde. Die Untersuchungen Eisenlohr's über diesen Gegenstand (vgl. Theil I dieses Handbuches S. 263) haben für eine Anzahl solcher Lostage gezeigt, dass, namentlich wenn man die Regel auf den Charakter der ganzen Woche oder dgl., in welcher der Lostag liegt, ausdehnt, dieselbe sich als ganz begründet herausstellt. Doch ist es durch diese Untersuchungen auf keine Weise klargelegt, wesshalb der Lostag gerade in die betreffende Zeit gesetzt wird und ob nicht jeder andere Tag des Jahres dieselbe Gewähr für die Witterung der nächstfolgenden Zeit bietet. Die obigen Zahlen geben eine Antwort auf diese Frage: sie zeigen nur, dass, wenn es sich um Zeiträume von 4—6 Wochen handelt, deren vermuthlichen vorherrschenden Charakter man bestimmen will, solche Bestimmung im Vorfrühling und im Sommer am meisten Sicherheit hat; sie erklären, warum die Zahl derartiger Lostage in diesen beiden Epochen, namentlich im Sommer, am grössten ist. Die Tage der 40 Ritter (9. März),

Metardus (8. Juni), Johanni (24 Juni) und Siebenschläfer (27. Juni) sind hiefür bezeichnend."

Eine ähnliche Durchführung der Untersuchung für die Jahreszeiten ergiebt folgendes Resultat mit Rücksicht auf die Temperatur (Winter: December, Januar, Februar etc.):

	Leipzig.	Prag.	Breslau.	Peissenberg.	Krakau.	Stuttgart.	Württemberg.	Brüssel.	Mittel.
Zahl der Jahre .	55	72	67	54	40	70	31	30	473
Winter z. Frühj. .	0,566	459	528	518	488	473	545	467	489
Frühj. z. Sommer .	0,620	459	485	518	263	457	464	600	453
Sommer z. Herbst	0,656	429	373	509	325	343	355	400	384
Herbst z. Winter .	0,510	500	439	360	450	430	389	500	445
Winter z. Sommer	0,453	490	433	448	475	413	433	310	444
Frühj. z. Herbst .	0,577	456	374	482	338	429	386	310	400
Sommer z. Winter	0,600	594	560	507	525	407	512	465	496
Herbst z. Frühj. .	0,582	520	621	500	537	510	438	569	514

Die geringsten Temperaturstörungen fallen auf den Herbst, und daher lässt sich der vorwaltende Charakter dieser Störungen im Herbste sicherer im Voraus bestimmen, als bei den anderen Jahreszeiten. Ist der Frühling oder der Sommer zu warm, so lässt sich 6 gegen 4 wetten, dass auch der Herbst zu warm sein werde, und dasselbe gilt für die negativen Temperaturabweichungen.

Indem Hann[206]) aus den Mitteltemperaturen der Jahreszeiten für den 100jährigen Zeitraum 1775—1874 für Wien die Wahrscheinlichkeit des Temperaturcharakters einer kommenden Jahreszeit aus der vorausgegangenen berechnete, erhielt er folgende allgemeine Resultate:

	Zahl der Fälle	Wahrscheinlichkeit eines			
a) Kalter Winter unter −1,3° C. . . .	30%	kalten Frühlings	0,53	kalten Sommers	0,73
b) Warmer „ über +1°	29%	warmen „	0,58	warmen „	0,66
c) Kaltes Frühjahr unter 9°	19%	kühlen Sommers	0,65		
d) Warmes „ über 11°	27%	warmen „	0,67		
e) Kalter Sommer unter 19°	22%	kalten Herbstes	0,73	kalten Winters	0,50
f) Heisser „ über 21°	15%	warmen „	0,80	warmen „	0,40
g) Kalter Herbst von 9° und weniger .	12%	kalten Winters	0,75		
h) Warmer „ von über 11°	27%	warmen „	0,59		

Uebereinstimmend mit den oben angeführten Resultaten ergiebt sich aus diesen Zahlen die Thatsache, dass wenn die Temperaturabweichung einer Jahreszeit eine beträchtliche Grösse erreicht (über 1° C.) die Wahrscheinlichkeit erheblich grösser ist, dass die folgende Jahreszeit in gleichem Sinne von dem Mittelwerthe abweicht, als dass die Temperaturabweichung ihr Zeichen wechselt. Diese Erhaltungstendenz ist am schwächsten vertreten im Frühjahre. Hervorzuheben ist, dass nach einem sehr kalten oder sehr warmen

Winter der darauf folgende Sommer unter 10 Fällen 7 Mal denselben Charakter zeigte, dagegen die den extremen Sommern folgenden Winter hatten nur in 45% der Fälle gleiche Temperaturabweichung.

Zwei andere sehr werthvolle Untersuchungen über gewisse Gesetzmässigkeiten im Wechsel der Witterung aufeinanderfolgender Jahreszeiten, die sich beide auf die langjährigen Beobachtungen in Berlin beziehen, sind von Hellmann angestellt worden [207]. Die Hauptresultate derselben wollen wir hier wiedergeben.

Rechnet man diejenigen Sommer zu den warmen, deren Mitteltemperaturen mindestens von dreien der Monate Juni, Juli, August und September über den Normalwerthen lagen, so ergeben sich in 130 Jahren, von 1755 bis 1885, 45 (seit dem Jahre 1719 mindestens 52) warme Sommer, also durchschnittlich einen in 2,89 Jahren. Die Zwischenzeit zwischen dem warmen Sommer 1763 und dem nächstfolgenden betrug 12 Jahre, und in der Epoche 1799—1817 ist kein warmer Sommer vorgekommen. Indessen ist die Neigung gruppenweise aufzutreten, grösser, als bei milden Wintern: unter 52 Fällen waren 31 Mal zwei aufeinanderfolgende Sommer zu warm.

Der Einfluss eines warmen Sommers auf die Temperatur der folgenden Herbst- und Wintermonate ist aus folgenden Wahrscheinlichkeitszahlen ersichtlich:

October	November	December	Januar	Februar
0,60	0,49	0,58	0,60	0,58

Es ist die Wahrscheinlichkeit, dass nach einem warmen Sommer von den Wintermonaten December, Januar und Februar

einer zu warm ist = 0,88	einer zu kalt ist = 0,73
zwei „ „ sind = 0,57	zwei „ „ sind = 0,39
drei „ „ „ = 0,27	drei „ „ „ = 0,12

Hellmann sondert die Fälle in 2 Gruppen, in solche, in welchen die Summe der Abweichungen der Monate Juni bis September bis 3,5° (23 Fälle), und in solche, in welchen diese 3,6 bis 7° (23 Fälle) betrug; es folgte in 100 Fällen auf einen

mässig warmen Sommer (Summe 0—3,5°)	sehr warmen Sommer (Summe 3,6—7,0°)
74mal ein warmer December	38mal ein warmer December
65 „ „ „ Januar	48 „ „ „ Januar
65 „ „ „ Februar	43 „ „ „ Februar

d. h. auf einen mässig warmen Sommer folgt am wahrscheinlichsten ein milder, auf einen sehr warmen Sommer dagegen ein kalter Winter. Es kann also von dem Verhalten des Sommers wohl auf dasjenige des kommenden geschlossen werden, nur ist dabei die Grösse der Abweichung zu berücksichtigen. In dieser Beziehung

bedürfen also die obigen Resultate von Köppen und Eisenlohr einer Modification.

Nennt man den Winter einen warmen, in welchem für die Monate December bis Februar die Abweichungssumme grösser als Null war, so ergiebt sich:

Abweichungssumme des Sommers	Wahrscheinlichkeit eines folg. warmen Winters	Abweichungssumme des folg. Winters
0,0° bis 3,5°	0,61	+ 2,6°
3,6° „ 7°	0,38	— 1,4°

Die Wahrscheinlichkeit ferner, dass die einem strengen Winter zunächst folgenden 6 Monate auch zu kalt sind, giebt folgende Zusammenstellung:

Wahrscheinlichkeit eines kalten					
März	April	Mai	Juni	Juli	August
0,52	0,52	0,58	0,53	0,56	0,58

Nennt man die Sommer kühl, in welchen die Abweichungssummen (von Juni bis August) kleiner als Null ist, so darf man nach einem kalten Winter in 100 Fällen 65 Mal auch einen kalten Sommer erwarten.

Bei einer weiteren Gruppirung der Winter nach ihrer Intensität ergab sich bei 31 mässig strengen und 24 sehr strengen Wintern als

Wahrscheinlichkeit	nach einem mässig strengen Winter (Summe + 0° bis — 6,0°)	nach einem sehr strengen Winter (Summe unter — 6°)
eines kalten Juni	= 0,58	0,46
„ „ Juli	= 0,52	0,63
„ „ August	= 0,58	0,58
„ „ Sommers	= 0,77	0,63
mit der Abweichungsumme	= — 0,64°	— 1,33°

Ferner war von den 3 Monaten Juni, Juli und August

	nach einem mässig strengen Winter	nach einem sehr strengen Winter
einer zu kalt . . .	= 0,81	= 0,87
zwei „ „ . . .	= 0,64	= 0,67
drei „ „ . . .	= 0,35	= 0,13

Die Resultate seiner Untersuchungen stellt Hellmann folgendermassen übersichtlich zusammen:

Nach einem		folgt am wahrscheinlichsten ein	
mässig / sehr	milden Winter	kühler / warmer	Sommer
mässig / sehr	warmen Sommer	mässig milder / kalter	Winter
mässig / sehr	kalten Winter	kühler / sehr kühler	Sommer.

Im Anschluss an die Hellmann'schen Studien über die milden Winter Berlins seit 1720 veröffentlicht Karsten [208]) eine ähnliche

Skizze und bestätigt die von Hellmann gefundenen Resultate und spricht die Ansicht aus, dass nicht allein die Intensität der Störung, sondern auch der Zeitabschnitt des Jahres, in welchem sie eintritt, und der Ort der Erdoberfläche, an welchem sie eingeleitet wird, zu berücksichtigen wäre. Zu einer Untersuchung darüber wäre eine Fortsetzung der Dove'schen Sammlung von Temperaturmitteln nothwendig.

Eine specielle Untersuchung Köppen's[209]) über die Wahrscheinlichkeit der Uebereinstimmung oder Verschiedenheit der Temperaturabweichungen der Monate Januar und Mai ergab folgende Wahrscheinlichkeit einer Zeichenverschiedenheit zwischen diesen Monaten:

Inneres der alten Welt	0,42	Nordatl. Ocean	0,35
Küsten der N.- und E-See	0,56	Nordamerika	0,43

Hiernach ist es für die Küsten der Nord- und Ostsee wahrscheinlicher, dass einem milden Januar ein kühler Mai folgen werde, umgekehrt im Innern des Continents, auf dem nordatlantischen Ocean und in Nordamerika.

Werden nur die sehr kalten Maimonate mit einer negativen Abweichung von mehr als $2\frac{1}{2}°$ C. in Betracht gezogen, so gehen diesen vorher unter 100 Fällen:

	im alten Continent	an Nord- und Ostsee	in Nordamerika
warmer Januar, Temp.-Abw. positiv	45	71	31
sehr „ „ „ „ über $+2,5°$. .	12	22	0
„ kalter „ „ „ mehr als $-2,5°$.	31	13	8

Von den früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand will ich nur diejenigen von Eisenlohr[210]) und Quetelet[211]) erwähnen und einige Hauptresultate anführen*). Aus dem Beobachtungsmaterial von Karlsruhe erhielt Eisenlohr folgende Resultate: Unter 100 warmen Frühlingen geht 62mal ein warmer Februar vorher, und umgekehrt folgt einem warmen Februar in 100 Fällen 71mal ein warmer März und 72mal auch ein warmer April. Unter 100 heissen Sommern folgen 76 auf einen gelinden, 12 auf einen mittelmässigen, aber kurzen und 12 auf einen kalten Winter, wogegen unter 100 Fällen der nachfolgende Winter 47mal zu kalt ist. Von den kalten Wintern folgte genau die Hälfte auf einen kühlen und die andere Hälfte auf einen heissen Sommer, so dass man vom Sommer auf den nachfolgenden Winter mit keinerlei Wahrscheinlichkeit

*) Aeltere Untersuchungen finden sich in: Pilgram: „Untersuchung über das Wahrscheinliche in der Wetterkunde". Wien 1788.

schliessen kann (vgl. oben). Dass man vom Winter auf den Sommer mit mehr Wahrscheinlichkeit schliessen kann, als vom Sommer auf den Winter, ergiebt sich auch aus den Mitteltemperaturen der Jahreshälften:

	Vorhergeh. Winter (Abw.)	Sommer (Abw.)	Folg. Winter (Abw.)
Die 5 wärmsten Sommer	+ 1,05°	+ 1,46°	+ 0,48° C.
18 warme „	+ 0,82	+ 0,74	+ 0,06
19 kühle „	— 0,36	— 0,79	— 0,09
Die 5 kühlsten „	— 0,74	— 1,44	— 0,40

Aus 30jährigen Beobachtungen von Brüssel schied Quetelet die 10 wärmsten, die 10 kältesten und die 10 dazwischen liegenden aus, bestimmte ihre mittlere Temperatur und ebenso diejenige der nachfolgenden Sommer; dieses ergab:

Winter	4,86	3,11	0,77° C.
Sommer	18,52	17,82	17,19

Aus einer andern Gruppirung folgte das Resultat:

3 sehr warmen Wintern mit		5,77°	folgten Sommer mit			19,27° C.	
13 warmen	„	„ 3,98	„	„	„	18,05	
9 kalten	„	„ 2,29	„	„	„	17,48	
5 sehr kalten	„	„ — 0,06	„	„	„	17,10	

Uebereinstimmend folgt aus diesen Untersuchungen, dass die sehr verbreitete Ansicht, dass einem kalten Winter gewöhnlich ein heisser Sommer, und einem warmen Winter in der Regel ein kühler Sommer folge, dem wirklichen Thatbestande widerspricht, dagegen, dass es vielmehr wahrscheinlicher ist, dass der Winter und nachfolgende Sommer denselben Charakter haben.

IX. Die räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge. Prognosenbezirke.

Die Resultate der Untersuchungen Dove's über die Ausbreitung der Temperaturabweichungen nach demselben Sinne über ein grösseres Gebiet haben durch die täglichen synoptischen Karten nicht allein ihre volle Bestätigung gefunden, sondern lassen sich auch ausdehnen auf alle übrigen Elemente, freilich mit gewissen Modificationen, die sich insbesondere auf die Niederschläge beziehen. Da diese für die Interessen des Binnenlandes am allerwichtigsten sind, so erscheint eine Besprechung der gleichzeitigen räumlichen Vertheilung der Niederschläge für unsere Zwecke geboten, um so mehr, da die Untersuchung dieser Frage wichtige

Anhaltspunkte für die Vertheilung der Prognosencentra in den einzelnen wettertelegraphischen Systemen giebt. Der erste, welcher diese Frage mit besonderer Beziehung auf die ausübende Witterungskunde behandelte, war A. Winkelmann[212]), indem er auf Grundlage 10jähriger Beobachtungen von 13 württembergischen Stationen untersuchte, wie viele Prognosenbezirke mit Rücksicht auf die zeitliche und räumliche Vertheilung des Regens einzurichten und wie diese zu begrenzen wären.

Indem wir bezüglich der Methode der Untersuchung auf die Originalabhandlung verweisen, bemerken wir nur, dass die Abweichungen jeder Station von dem Verhalten der Mehrheit der Stationen bestimmt wurde.

Ordnet man die Stationen nach der Grösse ihrer Abweichungen, so erhält man folgende Reihe (Abweichung in Procenten):

Calw	11,50*	Freudenstadt	15,02	Schopfloch	15,87
Biberach	12,26	Sulz	15,45	Mergentheim	16,74
Stuttgart	12,84	Ulm	15,59	Isny	17,74
Heidenheim	13,02	Bruchsal	15,82	Friedrichshafen	17,78
Heilbronn	14,63				

Beispielsweise hat also Calw unter 100 Tagen des Jahres durchschnittlich 88,5 (100—11,5) Tage in Bezug auf Regen und Nichtregen ein übereinstimmendes Wetter mit der Mehrheit aller Stationen. Das Gesammtmittel beträgt 15,04, d. h.: eine württembergische Station hat unter 100 Tagen durchschnittlich 85 Tage ein mit den übrigen Stationen übereinstimmendes Wetter.

Es sei bemerkt, dass die Abweichungen für die einzelnen Jahrgänge bei den einzelnen Stationen nicht unbedeutend schwanken, z. B. für Mergentheim (für 1866—1875) zwischen 20,9 und 13,2.

Eine getrennte Behandlung der positiven und negativen Abweichungen giebt folgende Zusammenstellung, wobei die positive Abweichung die Anzahl der Tage unter 100 bezeichnet, an welchen es an der betreffenden Station regnet, und es an der Mehrheit aller Stationen nicht regnet, die negative die Anzahl der Tage unter 100, an welchen es an dieser Station nicht regnet, und an der Majorität aller Stationen regnet:

	+	—		+	—		+	—
Mergentheim	10,00	6,71	Freudenstadt	5,37	9,61	Ulm	3,71	11,87
Bruchsal	5,25	10,54	Sulz	7,06	8,38	Biberach	6,12	6,13
Heilbronn	5,12	9,49	Heidenheim	7,67	5,21	Isny	6,25	11,49
Stuttgart	5,71	7,10	Schopfloch	10,56	5,48	Friedrichshafen	5,25	12,52
Calw	7,56	3,92				Mittel	6,59	8,50

Hienach besteht keine Uebereinstimmung zwischen den positiven und negativen Abweichungen im Allgemeinen; indessen zeigen die

Zahlen, dass im Mittel eine Abweichung häufiger dadurch entsteht, dass es an einer Station nicht regnet, während es an den meisten anderen Stationen regnet. Dieses Ergebniss ist aber theilweise darin begründet, dass die Berücksichtigung kleiner Regenmengen für die einzelnen Stationen nicht gleichmässig stattfand.

Als Hauptresultat ergiebt sich für Württemberg:

1) Es liegt solche Uebereinstimmung (85%) der Regenvertheilung vor, dass zunächst eine Prognose für das Land genügt.

2) Es ist zweifellos, dass die fehlenden 15% noch reducirt werden können durch eine Vertheilung der Stationen in 2 oder mehrere Bezirke (bei 2 Bezirken von 15 auf 13%).

3) Um bei dieser geringen Abweichung in sicherer Weise zur Begrenzung kleinerer Bezirke vorzugehen, ist eine genauere Vertheilung der Regenvertheilung erforderlich, als sie bisher gemacht wurde.

Eine ähnliche Untersuchung in Bezug auf die Bewölkung Württembergs ist von L. Meyer gemacht worden[213], indem er die fünfjährigen Beobachtungen (1878—1882) von 22 Stationen benützte. Die Abweichungen der Mittel für die einzelnen Beobachtungstermine wurden mit dem allgemeinen Landesmittel verglichen und hiernach wurde der Grad der Uebereinstimmung berechnet. Bedeutet 0 die völlige Uebereinstimmung aller Stationen, und 5 die vollständige Nichtübereintimmung, so ergiebt sich als Hauptmittel der durchschnittlichen Abweichungen

7^h a. m.	2^h p. m.	9^h p. m.	Tagesmittel
1,81	1,60	1,95	1,78

oder 35,6% Nichtübereinstimmung und 64,4% Uebereinstimmung.

Wird im Himmelszustand eine Schwankung von 2° vernachlässigt, so erhält man mit Winkelmann (für Regen) sehr übereinstimmend 84,4%.

Meyer findet für Württemberg 3 meteorologische Hauptgebiete: 1) Franken und Unterland, 2) Mittelland mit dem Schwarzwald, 3) Unterland südlich der Alb. Als Wetterscheiden zeigen sich der nach dem Neckarthal steil abfallende Nordrand der Alb und eine Linie, welche zwischen 1 und 2 über den Welzheimer und Mainhardter Wald, die Löwensteiner Berge, Michelsberg und Stromberg verläuft.

Eine, derjenigen von Winkelmann ähnliche Untersuchung ist von G. Mantel für die Schweiz durchgeführt worden[214], wobei die Regenbeobachtungen von 26 Stationen zur Rechnung benutzt

wurden, welche sich über das ganze Gebiet mit Ausnahme des Hochgebirges ziemlich gleichmässig vertheilen. Der in Betracht kommende Zeitraum umfasst 6 Jahre (1875—1880); als Regentag wurde jeder Tag gerechnet, für welchen die gemessene Niederschlagsmenge mehr als 0,1^{mm} betrug. In der folgenden Tabelle geben die mit + versehenen Reihen an, wie viel Procent aller Stationen im Monats- oder Jahresmittel an Tagen mit überwiegend trockenem Wetter durch Regenwetter von der Mehrheit abweichen, die mit — versehenen umgekehrt, wie viel Procent aller Stationen an Tagen mit überwiegendem Regenwetter sich durch trockenes Wetter auszeichnen.

	Decbr.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Mittel
+	9,1	6,6	9,7	11,5	8,0	9,0	6,7	5,9	7,4	8,5	8,1	9,1	8,3
—	11,1	8,5	10,9	8,4	11,9	10,1	13,2	10,2	9,5	6,8	7,2	10,4	9,8
Summe	20,2	15,1	20,6	19,9	19,9	19,1	19,9	16,1	16,9	15,3	15,3	19,8	18,1
Uebereinst.	79,8	84,9	79,4	80,1	80,1	80,9	80,1	83,9	83,1	84,7	84,7	80,2	81,9

Diese Uebereinstimmung (82%) ist für ein so gebirgiges Land wie die Schweiz sehr bemerkenswerth und deutet auf die untergeordnete Bedeutung der localen Einflüsse hin, so dass in der Mehrzahl der Fälle von einer Abtheilung des Gebietes in Prognosenbezirke abgesehen werden kann (vergl. oben S. 385).

Indem Mantel die Schweiz in 5 Distrikte eintheilte, erhielt er folgende Zahlen für die Uebereinstimmung:

I. NE-Schweiz	87,0%	IV. Südschweiz .	93,8%
II. W.-Schweiz	89,8	V. Graubündten .	90,7
III. Genfer-See und Rhonethal	90,3	Ganze Schweiz	81,9

Die Uebereinstimmung ist für die einzelnen Distrikte grösser, als für das ganze Gebiet, und offenbar aus dem Grunde, weil die Uebereinstimmung mit der Grösse des Gebietes, unter sonst gleichen Umständen, abnehmen muss. Da die Schweiz Württemberg an Grösse ungefähr um das 2fache übertrifft, so dürften unter Berücksichtigung dieses Umstandes die Resultate von Winkelmann und Mantel also nahezu gleich zu nehmen sein.

Eine andere der Ausführung und den Zielen nach weiter gehende Untersuchung ist für Bayern von F. Horn[215]) gemacht worden, welche zu wichtigen und interessanten Schlussfolgerungen führte.

Als Material wurden die Beobachtungen der bayerischen meteorologischen Stationen von 1879 bis 1883 benutzt und das Gebiet in 4 Distrikte getheilt, nämlich in 1) Rheinpfalz mit 6 Stationen, 1 Station auf ca. 990 Quadratkilometer; 2) Distrikt nördlich der Donau mit Einschluss von Regensburg mit 15 Stationen, 1 Station auf 2200 Qua-

dratkilometer; 3) Distrikt südlich der Donau mit 9 Stationen, 1 Station auf 3100 Quadratkilometer; 4) östlicher Distrikt mit 4 Stationen, 1 Station auf 2250 Quadratkilometer.

Als Niederschagstag wird jeder Tag gezählt, an welchem der Regenmesser auch nur eine Wasserhöhe von $0{,}1^{mm}$ lieferte, oder eine Menge, welche mit den vorhandenen Messvorrichtungen eben noch mit Schärfe wahrzunehmen ist. Dabei wurden die Regentage nach 4 Gruppen geordnet, mit 1, 1—5, 5—10 und mehr als 10^{mm} Niederschlag.

Die folgende Tabelle giebt nach Horn die Wahrscheinlichkeit gleichzeitigen Niederschlags und gleichzeitig trockenen Wetters, sowie als Summe aus diesen beiden des gleichzeitig gleichen Witterungscharakters an sämmtlichen Stationen für das Jahr und die einzelnen Monate:

	Decbr.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Jahr
a) Wahrscheinlichkeit gleichzeitig trockenen Wetters:													
Pfalz	0,22	35	0,27	47	33	39	19	26	32	21	26	16*	0,29
Norden	0,15	29	0,21	28	20	19	11	19	19	13	10	09*	0,17
Süden	0,19	35	0,36	30	16	19	13*	18	21	16	16	20	0,22
Osten	0,26	45	0,40	44	41	36	19*	28	34	29	19*	22	0,30
Ganz Bayern	0,02*	13	0,11	17	08	09	02*	10	07	05	02*	03	0,07
b) Wahrscheinlichkeit gleichzeitigen Niederschlags:													
Pfalz	0,42	25	40	28	27	19*	34	45	32	41	41	45	0,35
Norden	0,25	14	20	19	11	08*	23	27	20	19	26	32	0,20
Süden	0,21	11*	16	20	20	24	34	46	31	27	28	23	0,25
Osten	0,42	26*	40	30	31	30	43	51	43	33	43	45	0,38
Ganz Bayern	0,14	05	09	10	05	02*	13	20	14	10	17	11	0,11
c) Wahrscheinlichkeit der Tage gleichen Charakters:													
Pfalz	0,63	60	67	75	60	57	53*	72	63	62	68	61	0,63
Norden	0,39	43	41	46	31	25*	34	44	37	33	36	41	0,38
Süden	0,40	46	52	50	36*	43	47	64	52	43	45	43	0,47
Osten	0,68	72	80	73	72	66	62	79	76	61*	62	67	0,70
Ganz Bayern	0,16	18	20	27	13	11*	15	30	21	15	19	14	0,18

In den Curven der folgenden Figur zeigt sich eine grosse Uebereinstimmung, indessen machen sich die klimatischen Verschiedenheiten der einzelnen Bezirke theilweise geltend; auch die Grösse derselben, sowie die Anzahl der in Betracht kommenden Stationen üben ihren Einfluss aus. Es lässt sich schliessen, „dass bei einer Wettervoraussagung eine Theilung manchmal sehr angezeigt ist, wenn auch zumeist eine Prognose für das ganze Land genügt.“

Eine Berücksichtigung der Tage, an denen nur an einigen wenigen Stationen Niederschlag gemessen wurde, oder an welchen es ausser an einigen wenigen Stationen ganz trocken war, gab keine

andere Verhältnisse, sondern nur graduell verschiedene Werthe. Dabei ergab sich das interessante Resultat, dass in den Herbst-

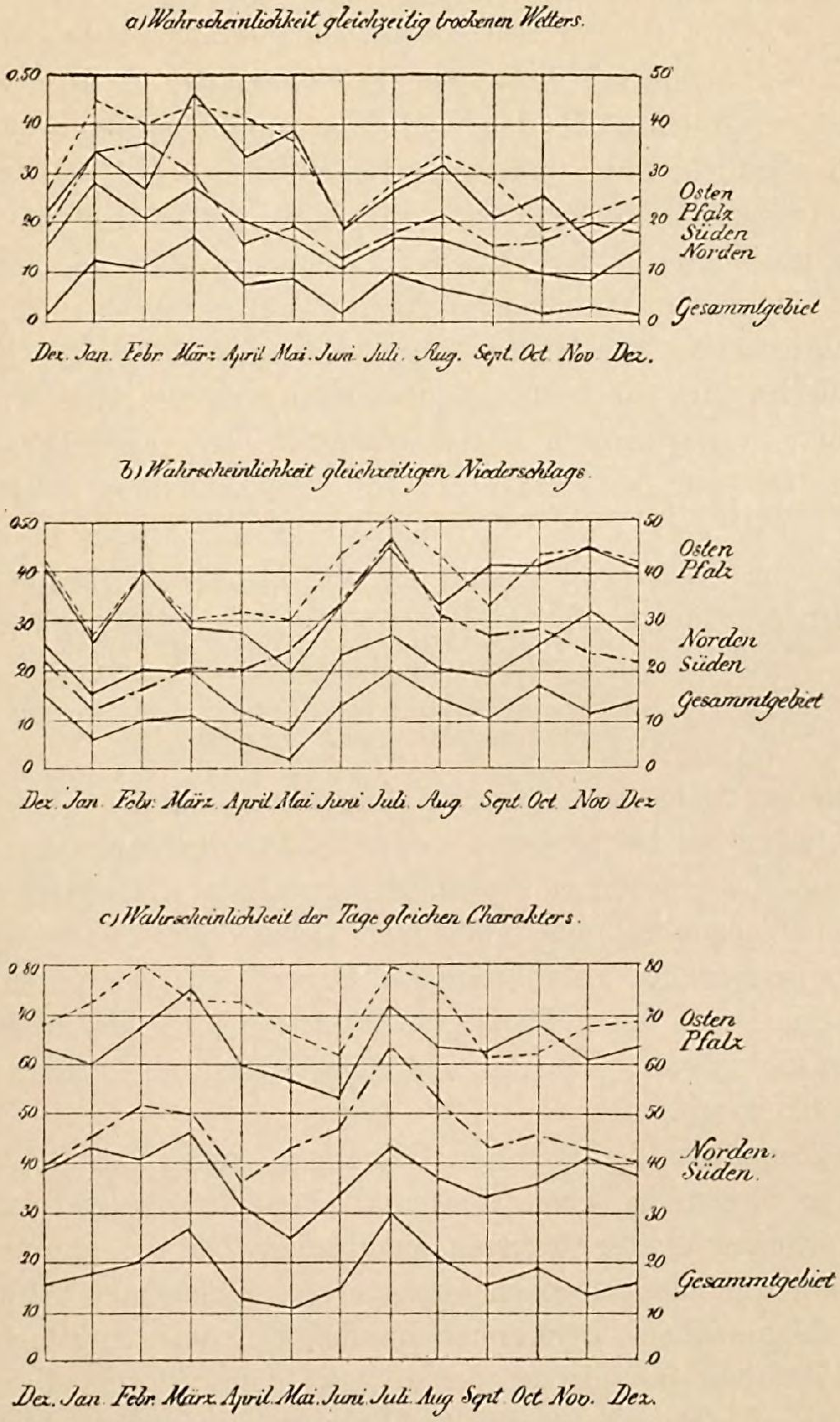


Fig. 65.

und Wintermonaten das abweichende Verhalten der Stationen mit zunehmender Höhe sehr markant zunimmt.

„Die Uebereinstimmung im Witterungscharakter ist in der Pfalz und dem östlichen Theile Bayerns ziemlich gross. (Unter

100 Tagen ist durchschnittlich im Jahre an 63 bezw. 70 Tagen in Bezug auf Niederschlag das gleiche Wetter.) Ueberhaupt herrscht hier auch in den einzelnen Jahreszeiten eine viel grössere Gleichmässigkeit. In der Pfalz ist die Schwankung eine minimale, dessgleichen im Osten mit Ausnahme des Herbstes; zu dieser Zeit ist die Wahrscheinlichkeit der Tage gleichen Charakters dort eine geringe.

Im nördlichen wie südlichen Bayern zeigt sich die geringste Uebereinstimmung im Frühjahr; die grösste findet sich auf ersterem Gebiete im Winter, auf letzterem im Sommer; März und Juli bieten zumeist die grösste Wahrscheinlichkeit der Tage gleichen Charakters.

Die gleichzeitigen Niederschläge, der eine der beiden Factoren, aus welchen sich obige Uebereinstimmung zusammensetzt, werden im südlichen Bayern am seltensten im Winter verzeichnet, in den übrigen Gebieten im Frühjahr. Am öftesten fallen sie theils im Herbste, und zwar in der Pfalz und dem Norden, theils im Sommer, und zwar im Süden und Osten. Im Juli findet sich für alle Gebiete mit Ausnahme des nördlichen Bayerns die grösste Häufigkeit gleichzeitigen Niederschlags; in diesem Bezirke im November. Die geringste weist der Süden und Osten im Januar, der Norden und die Pfalz im Mai auf. . . .

Gleichzeitig trockenes Wetter herrscht in den vier Theilgebieten am seltensten im Herbste, und zwar bietet der November für die Pfalz und das nördliche Bayern die geringste Wahrscheinlichkeit, der Juni dagegen für den Süden und Osten. Am häufigsten ist es gleichzeitig trocken im diesseitigen Bayern im Winter mit Ausnahme seines östlichsten Theiles, hier und in der Pfalz im Frühjahr. Die Monate Januar, Februar und März weisen die grösste Wahrscheinlichkeit auf.

Sieht man von den einzelnen Gebieten ab und betrachtet, welches Verhalten Bayern in seiner Gesammtheit zeigt, so ergiebt sich:

Trockenes Wetter herrscht zu gleicher Zeit im ganzen Lande im Winter am häufigsten, im Herbste am seltensten. Gleichzeitige Niederschläge fallen im Sommer am meisten, am wenigsten werden sie im Frühjahr verzeichnet. Der Juli bietet hierfür die grösste, der April und Mai die geringste Wahrscheinlichkeit. Noch ist zu bemerken, dass in den meisten Monaten die Zahl der Tage, an welchen allenthalben Niederschlag fällt, grösser ist, als die Zahl der gleichzeitig trockenen Tage. Nur in den beiden Wintermonaten Januar und Februar, wie in den drei Frühlingsmonaten gestaltet sich das Verhältniss umgekehrt. Wie Mantel und Winkelmann

für ihre Gebiete nachgewiesen haben, so ergiebt sich auch für unser Land die Thatsache, dass im Mittel die Abweichungen durch trockenes Wetter häufiger sind als diejenigen durch Niederschlag. Eine Berücksichtigung dieses abweichenden Verhaltens einzelner Stationen überhaupt ist bei einer Niederschlagsprognose wohl von Werth und ist man gewiss berechtigt, Voraussagungen „vorwiegend trocken", oder „vorwiegend Niederschlag" zu geben. Die Uebereinstimmung im Witterungscharakter ist in den einzelnen Monaten ziemlich gross, in anderen hingegen ist eine geringere Gleichmässigkeit zu bemerken. Angesichts dieser Thatsache, mit Berücksichtigung des abweichenden Verhaltens einzelner Stationen, und im Zusammenhang mit den Luftdruckverhältnissen, welche für unser Gebiet von Einfluss sind, ist eine Prognose „stellenweise Niederschläge", wie sie für das ganze Land gegeben wird, in vielen Fällen gewiss nicht zu umgehen und einfach ein Ausdruck für einen ganz bestimmten Witterungstypus. Der Laie befindet sich also im Unrechte mit seinem Ausspruche: Der Ausdruck „stellenweise Niederschlag" sagt nichts, denn irgendwo im Lande fällt wohl alle Tage Niederschlag".

Anhang I.

Das Manöveriren der Seeschiffe bei Stürmen.

Für den Seemann ist es von der grössten Wichtigkeit, zu wissen, auf welcher Route er am schnellsten und sichersten seine Seereise zurücklegt. Früher wurde aus der Reisedauer auf den Wegestrecken zwischen den Schnittpunkten der Parallelkreise und der Meridiane für die einzelnen Jahreszeiten die durchschnittlich vortheilhaftesten Reisen zusammengestellt, und diese gaben dann dem Seemann Anhaltspunkte für die zu unternehmende Reise. Diese Anhaltspunkte bei der Wahl der Route sind natürlich dann von grossem Nutzen, wenn die Windverhältnisse auf den in Betracht fallenden Meerestheilen möglichst beständig sind. Allein dieses ist nur für gewisse Gebiete der Fall, gewöhnlich sind die Windverhältnisse in denselben Monaten der verschiedenen Jahrgänge von einander so sehr verschieden, dass es nicht gerathen erscheint, in jedem besonderen Falle die im Mittel am meisten vortheilhaft bezeichnete Route unter allen Umständen beizubehalten. In der That bemerkt man oft aus den täglichen Wetterkarten des atlantischen Oceans, dass nicht selten Segelschiffe durch ungünstige Winde längere Zeit aufgehalten werden, während in nicht gar weiter Entfernung günstige Winde herrschen, die ihre Fahrt beschleunigen könnten, wenn die Route nur wenig verändert worden wäre. Es ist daher für den Seemann ausserordentlich wichtig, die seine Fahrt begünstigenden Verhältnisse rechtzeitig zu erkennen und hiernach seine Route zu ändern, und dieses ist möglich, wenn er im Stande ist, ein Urtheil über die Vertheilung des Luftdrucks in seiner Umgebung zu gewinnen. Hierbei kommt es darauf an, dass er aus den Angaben des Barometers in Verbindung mit der beobachteten Richtung und Stärke des Windes unter Anwendung des barischen Windgesetzes

richtige Schlüsse in Bezug auf die Luftdruckvertheilung und ihre Aenderung zu ziehen versteht. Hierdurch erlangt das Barometer am Bord erst seine volle Bedeutung, „indem es nicht mehr bloss ein Warner und Tröster bei schlechtem Wetter, sondern ein Rathgeber ist, der dem Capitän hinsichtlich der Massregeln, durch welche er seine Fahrt am besten sichern und befördern kann, unter allen Umständen die zuverlässigste Auskunft bietet. Hat das Barometer bei der Schiffsführung noch nicht diese ausgedehnte Verwendung gefunden, so liegt der Grund hauptsächlich darin, dass das barische Windgesetz noch nicht allgemein zur Grundlage ihrer Anschauung geworden ist.“ Um hierzu den Seemann zu befähigen, sind zu verschiedenen Zeiten Publicationen herauszugeben, z. B. 1871 vom Board of Trade in London das „Barometer Manual“, seit 1881 von der Deutschen Seewarte „Der Pilote, ein Führer für Segelschiffe“, in neuester Zeit vom Meteorological Council in London „A Barometer Manual for the use of seamen.“ Nach dem Vorgange der Annalen für Hydrographie und maritime Meteorologie (XIII, 1885, pag. 151 ff.) geben wir vorzugsweise die beiden letzten Abschnitte der letztgenannten Schrift der Hauptsache nach wieder:

1) Die Stürme der gemässigten Zone. a) Die cyclonenartigen Stürme. Durch die Lage der grossen barometrischen Maxima und Minima über den verschiedenen Meeren werden die grossen atmosphärischen Strömungen beherrscht und die vorherrschenden Winde hervorgerufen. In den allgemeinen Strömungen treten häufig barometrische Minima mit eigenen Windsystemen auf, in welchen die Windstärke oft bis zum Sturme sich steigert. Da diese Minima, wie oben bemerkt, in der gemässigten Zone des nordatlantischen Oceans mit der allgemeinen Strömung ostwärts fortschreiten und die stärksten Gradienten auf der südlichen Seite haben, so setzen diese Stürme gewöhnlich mit Süd ein und enden mit West und Nordwest.

In höheren südlichen Breiten zeigen die Stürme denselben Charakter wie in den nördlichen, auch sie kreisen um den Ort niedrigsten Luftdrucks, welcher ostwärts weiter fortschreitet, aber sie beginnen, entsprechend der normalen Abdachung des Luftdruckes nach Süden hin, gewöhnlich aus Nord und enden aus West oder Südwest.

„Die Windrichtung allein ist nicht ausreichend, um die kommende Witterung beurtheilen zu können, dazu wäre eine Kenntniss der Form des Depressionsgebietes, der Gradienten auf den verschie-

denen Seiten desselben, des Maasses, in dem es an Intensität zu- oder abnimmt, der Richtung und Geschwindigkeit seiner Bewegung erforderlich. Von diesen Daten kann man sich indessen an Bord eines Schiffes keine sichere Kenntniss verschaffen, und so muss der Seemann die Anzeichen des Windes und Barometers möglichst gut zu verwerthen suchen. Stete Beachtung verdient ein plötzlicher Wechsel des Luftdruckes, mag dieser zu- oder abnehmen. Sehr häufig treten in Verbindung mit starkem Fallen des Barometers heftige Stürme auf; doch kann auch ein heftiges plötzliches Steigen, welches nicht selten solchen Depressionen folgt, oder in ihrer Umgebung auftritt, von sehr heftigen Winden begleitet sein.

Die Wirbelstürme der gemässigten Zonen zeigen das Phänomen des stillen Centrums mit zu beiden Seiten desselben nahezu aus entgegengesetzter Richtung wehenden Winden nicht oft. Die Gefahr, backe Segel (Wind von vorne) zu bekommen, ist daher nicht so gross, als bei den tropischen Orkanen; immerhin ist indessen für einen Schiffsführer die Kenntniss von Werth, über welchen Bug er eventuell am sichersten beiliegen würde. Es gelten hierfür dieselben Regeln als für die Cyclonen der entsprechenden Halbkugel.

Der gefährlichste plötzliche Windwechsel ist von Südwest nach Nordwest in der nördlichen und von Nordwest nach Südwest in der südlichen Hemisphäre zu erwarten. Derselbe ist gewöhnlich von schwerem Regen oder Hagel mit Donner und Blitz begleitet, während die Temperatur um einige Grade mit dem ersten Einsetzen des Nordwest-, bezw. Südwestwindes fällt.

Bei dem Schlüssigwerden, wie unter diesen Umständen zu manöveriren ist, hat man die Aufmerksamkeit auf zwei Punkte zu richten, welche die aus den Barometerablesungen zu ziehenden Folgerungen wesentlich beeinflussen.

Erstens hat, so lange die Luftdruckvertheilung dieselbe bleibt, über den einen Bug segelnd, das Barometer die Neigung, zu steigen, auf dem andern Bug zu fallen. Ersteres ist der B.-B.-Bug (Back-Bord-Bug = Backbord-Leeseite = linke Seite des Schiffes, wenn das Gesicht dem Vordertheile zugewandt ist) in der nördlichen, der St.-B.-Bug (Steuer-Bord-Bug = rechte Seite im obigen Sinne) in der südlichen Hemisphäre; auf ihnen bewegt sich das Schiff nach dem höheren Barometerstand hin und vom Centrum weg. Diese Regel gilt streng genommen nur so lange, als die Depression stille steht. So kann es vorkommen, dass ein hoher Druck, dem das Schiff zusegelt, grössere Geschwindigkeit besitzt,

als das Schiff, ein Depressionsgebiet von hinten aufkommt und das Schiff überholt; oder es kann auch ein Depressionsgebiet, dem das Schiff zusegelt, eine grössere Geschwindigkeit als das Schiff besitzen. Immerhin muss sich indess der Einfluss des gewählten Curses stets fühlbar machen, und kann im Allgemeinen gesagt werden, dass allein ein steigendes Barometer auf B.-B.-Bug in der nördlichen Hemisphäre kein genügendes Anzeichen für Verbesserung des Wetters ist, und dass, um solche annehmen zu können, noch andere Anzeichen vorhanden sein müssen. Stets ist auf der nördlichen Halbkugel ein steigendes Barometer auf St.-B.-Bug ein werthvolles Anzeichen für Verbesserung des Wetters, ein fallendes Barometer über B.-B.-Bug eine wichtige Warnung nach der anderen Richtung hin. Umgekehrt ist es auf der südlichen Halbkugel.

Zweitens ist zu beachten das Verhältniss von Curs und Geschwindigkeit des Schiffes zu der Zugrichtung und Fortbewegungsgeschwindigkeit der Depressionsgebiete und ihrer zugehörigen Windsysteme in den Meerestheilen, von welchen die allgemeinen Zugstrassen der Stürme bekannt sind (vergl. oben). Letzteres ist z. B. der Fall im nordatlantischen Ocean. Die Depressionen haben hier im Allgemeinen eine östliche Zugrichtung; es wird daher ein vom Kanal nach Westen steuerndes Schiff schnelleres Fallen des Barometers und Aendern der Windrichtung beobachten, als ein ostwärts steuerndes oder beigedreht liegendes Fahrzeug, da sich in ersterem Falle die Annäherung an die Depression aus der eigenen Fortbewegungsgeschwindigkeit der letzteren und der des Schiffes summirt."

„b) Die Stürme der nördlichen gemässigten Zone. Dieselben beginnen aus Südost oder Süd und enden in West oder Nordwest. Erhält ein Schiff in diesen Breiten einen frischen Süd- oder Südostwind mit relativ hoher Temperatur und fallendem Barometer, so befindet sich nach Buys-Ballot's Gesetz ein Gebiet niedrigen Druckes in Westen oder Südwesten, das — wie schon gesagt — wahrscheinlich nach Osten oder Nordosten zieht. Die Erfahrung lehrt, dass, gleichgültig, ob das Schiff beigedreht (möglichst gegen die Richtung des Windes) liegt oder nach Westen weiter segelt, das Barometer fällt, bis der Wind nach Westen dreht (was in der Regel während eines schweren Regenschauers mit gleichzeitigem plötzlichen Fallen der Temperatur eintritt), worauf das Barometer wahrscheinlich ebenso schnell steigt als es vorher fiel, und ein starker Nordwestwind einsetzt.

Die allgemeine Ansicht, dass die Schnelligkeit des Barometerfalles ein Massstab für die Stärke eines zu erwartenden Südsturmes in diesen Breiten sei, ist nicht allgemein gültig. Durch die Thatsache, dass die Kraft des Windes von der Grösse des barometrischen Gradienten abhängt, wird diese Idee unterstützt; indess ist auch die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Depressionsgebietes in Betracht zu ziehen. Steht dasselbe bei einem sehr steilen Gradienten z. B. still, wie dies manchmal vorkommt, so wird der Wind äusserst heftig wehen, obwohl das Barometer zu fallen aufhört, sofern nicht die Depression zunimmt. Passirt andererseits eine Depression mit flachem Gradienten sehr schnell, so wird auch das Barometer sehr schnell fallen, obwohl der Wind nicht sehr stark sein wird.

Zu beachten ist ferner, wie schon oben gesagt, Curs und Fahrt des Schiffes im Vergleich zum Wege und der Geschwindigkeit des Depressionsgebietes, Zustand der See und andere Wahrnehmungen.

Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel: Ein nach Europa heimkehrendes Segelschiff erhalte in 45° n. Br. und 30° w. Lg. einen frischen Südwind. Man weiss alsdann, dass im Westen ein Gebiet niedrigeren Druckes sich befindet, welches wahrscheinlich nach Osten fortschreitet. Da das Schiff ebenfalls nach Osten geht, so kann das Barometer gleich bleiben, oder sogar steigen, wenn das Schiff schneller läuft als die Depression. Erkennt man in solchem Falle aus dem Zustand der See und anderer Wetteranzeichen das Herannahen eines Weststurmes, und wird man wegen der Nähe des Landes oder aus andern Rücksichten wahrscheinlich seine Fahrt mindern müssen, so thut man gut, sich für schlechteres Wetter vorzubereiten. Dreht man bei, so ist der stündliche Barometerfall ein guter, wenn auch nicht sicherer Führer; ein Fallen von 1 bis $2{,}5^{mm}$ (0,04—0,10 Zoll engl.) p. Stunde kann gewöhnlich als ernstes Anzeichen eines herannahenden Südsturmes angesehen werden, welcher bei eventuell folgendem gleich starken Steigen des Barometers von einem West- oder Nordweststurm begleitet ist.

Bei südlichem Wind und fallendem Barometer mag es einem westwärts steuernden Schiffe möglich sein, dadurch zu gewinnen, dass es nach Norden läuft, in der Absicht, den Wind östlich sich drehen zu lassen; doch gleicht der Typus eines Sturmes, in welchem dies möglich ist, dem eines Cyclon, und stellt nicht die gewöhnlichen Stürme dieser Breiten dar, welche aus Süd beginnen und in West oder Nordwest endigen. Ferner mag ein Schiff im Stande sein, mit dem ersten südlichen Winde, welcher auf der Ostseite des

Depressionsgebietes weht, schwächere Winde durch Laufen nach Norden zu erlangen; da indess die Breitenausdehnung des Cyclonengebietes unbekannt ist, auch hierbei die Gewinnung besseren Wetters ungewiss ist, so kann das Schiff mehr Schaden als Vortheil erlangen.

Es erscheint demnach wahrscheinlich, dass ein nach Süden oder Westen bestimmtes Schiff einem dieser Stürme beim Antreffen die Spitze halten muss. Ein schwaches Fahrzeug, dem es weniger auf eine schnelle, als auf eine sichere Reise ankommt, sollte alsdann über B.-B.-Bug beiliegen, da der Wind im Allgemeinen von Süden nach Südwesten, Westen und Nordwesten dreht. Dasselbe gilt natürlich auch für jedes Schiff, welchem der Sturm zu schwer ist. Ein gutes, nach West bestimmtes Schiff indessen kann den St.-B.-Bug beibehalten, bis der Wind bei steigendem Barometer nach Westen dreht, und dann Südwestcurs nehmen. Hierbei käme man allerdings in die schwere See und könnte leichter backe Segel bei der Windänderung bekommen, doch wird angenommen, dass der Führer auf diese Gefahren vorbereitet ist.

Hat der Wind nach Nordwest gedreht, so führt der B.-B.-Bug vom Centrum einer solchen atmosphärischen Störung weg; indess ist es möglich, dass man bald in den südlichen Wind der Ostseite eines neuen herankommenden Depressionsgebietes hineinsegelt, wie dies im Winter sehr häufig der Fall ist.“

c) „Die Stürme der südlichen gemässigten Zone. Die vorherrschenden Stürme hoher südlicher Breiten gleichen denen des Nordens, und gilt für ihre Beschreibung das oben Gesagte, wenn man für Nord stets Süd setzt. Die Stürme beginnen aus Nord oder Nordost und enden aus West oder Südwest. In der südlichen Hemisphäre liegt bei nördlichen Winden ein niedriger Druck im Westen; die Art, in welcher gewöhnlich der Wind ändert, beweist, dass auch hier die Gebiete niedrigen Druckes nach Osten ziehen.

Das Verhalten einem schweren Sturm gegenüber, oder mit einem schwachen Schiff in einem gewöhnlichen Sturm ist umgekehrt als in Nordbreiten: der St.-B.-Bug ist der günstige zum Seehalten, da der Wind gewöhnlich von Nord durch Nordwest nach Südwest dreht und bei Südwestwind der St.-B.-Bug das Schiff aus dem niedrigen Druck, dem der Wind entspricht, herausbringt; natürlich kann man, und in den Wintermonaten wird dies sehr wahrscheinlich der Fall sein, bald in den nördlichen Wind der östlichen Seite einer andern herankommenden Depression gelangen.

Ein nach Westen bestimmtes Schiff wird am schnellsten vorwärts kommen, wenn es bei Nord- und Nordwestwind über B.-B.-Bug liegt, bis der Wind nach West und Südwest dreht, worauf dann nordwestlicher Kurs zu nehmen ist; doch gilt hier dasselbe, was bei den Reisen in hohen nördlichen Breiten angeführt war.

Wenn oben in Bezug auf die gewöhnlichen Stürme hoher Breiten gesagt war, dass bei ihnen gewöhnlich wenig oder kein östlicher Wind auftritt, so darf daraus doch nicht geschlossen werden, dass es nicht auch Stürme mit steilen Gradienten auf allen Seiten gäbe, und daher auch mit ebenso starken östlichen als westlichen Winden. Diese Stürme sind indess nicht annähernd so häufig, als die übrigen; sie müssen wie Cyclonen behandelt werden.

„In den Tropen kommen Stürme, welche recht eigentlich als Cyclone zu bezeichnen sind, im atlantischen, stillen und indischen Ocean vor; sie treten indess selten innerhalb 5—6° vom Aequator auf und erstrecken sich in nicht sehr hohe Breiten. Am häufigsten und heftigsten scheinen sie in Westindien, in der Nähe von Mauritius, in der Bai von Bengalen und in dem chinesischen Meere zu sein; in diesen Gebieten zeigen sie sich namentlich während der den Sommersolstitien folgenden Monate, oder mit anderen Worten: von Juli bis October in der nördlichen und von December bis April in der südlichen Hemisphäre. Im arabischen Meer und in der Bai von Bengalen kommen sie am häufigsten von April bis Juni, sowie im October, November und Anfangs December vor. Des Näheren giebt hierüber folgende Tabelle Aufschluss.

Ort.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Summe
Westindien (300 Jahre)	5	7	11	6	5	10	42	96	80	69	17	7	355
Südind. Ocean (39 J., 1809—1848)	9	13	10	8	4	—	—	—	1	1	4	3	53
Bombay (25 Jahre).	1	1	1	5	9	2	4	5	8	12	9	5	62
Bai von Bengalen (139 Jahre) .	2	—	2	9	21	10	3	4	6	31	18	9	115
Chinesisches Meer (85 Jahre) . .	5	1	5	5	11	10	22	40	58	35	16	6	214

Die Cyclone haben ausser einer rotirenden Bewegung um das Centrum auch eine fortschreitende. Letztere geht in gerader Linie oder in einer Kurve zeitweise mit grosser Geschwindigkeit vor sich, zeitweise steht auch das Sturmfeld still oder legt nur einige Meilen in der Stunde zurück. Der Durchmesser des Sturmfeldes variirt von 20 oder 30 bis zu einigen hundert Seemeilen.

Charakteristisch für die Cyclone ist der Umstand, dass die Drehung stets nach ein und derselben Seite erfolgt: in der nörd-

lichen Halbkugel gegen die Zeiger der Uhr, in der südlichen Halbkugel mit den Zeigern der Uhr. Die Kenntniss dieses Gesetzes gibt ein Mittel, einmal die Cyclone von den Stürmen zu unterscheiden, in denen der Wind wenig seine Richtung ändert, sowie ferner die Lage des Centrums zum Schiffsort zu finden; es zeigt demnach, wie man das Centrum vermeiden und somit dem Ort der grössten Gefahr ausweichen kann.

Im atlantischen und indischen Ocean nehmen diese Stürme im Osten ihren Anfang, ziehen darauf einige Tage lang einen Weg, welcher nicht genau Westen ist, sondern um 1—2 Strich hiervon nach dem Pole der Hemisphäre zu abweicht, welche sie durchkreuzen. Während ihres Fortschreitens scheinen sie mehr und mehr Neigung zu haben, vom Aequator abzubiegen. In noch höherem Grade geschieht dies gewöhnlich auf 25^0 Breite, bis sie sich nach Nordost auf der nördlichen und nach Südost auf der südlichen Halbkugel bewegen. Die Cyclonen des atlantischen Oceans biegen fast stets im Golf von Mexiko oder in dessen Nähe um und folgen der nordamerikanischen Küste. — Die Cyclonen in der Bai von Bengalen scheinen ihren Ursprung in der Nähe von den Andamanen, die des Golfs von Arabien nahe den Laccadiven zu nehmen. Ihre Bahn ist gewöhnlich eine westliche oder nordwestliche; erstere kreuzen bisweilen die indische Halbinsel, bisweilen gehen sie an Bengalen vorüber und krümmt sich der Weg nach Osten zurück. — Die chinesischen Taifune haben gewöhnlich einen westlichen oder nordwestlichen Curs.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Cyclonen während eines Tages fortschreiten, kann, obwohl dieselbe variabel, in Westindien zu 300 Sm., in der arabischen See, der Bai von Bengalen und in dem chinesischen Meer zu 200 Sm. angenommen werden; in dem südlichen indischen Ocean variirt dieselbe von 50 bis 200 Sm.

Von allen Anzeichen, welche das Herannahen eines Wirbelsturms verkünden, ist das beste und sicherste das Barometer. Stets treten sehr grosse barometrische Störungen ein: bei einigen Stürmen stand der Barometer im Centrum $50{,}8^{mm}$ (2 Zoll engl.) niedriger als ausserhalb des Sturmfeldes. Fällt daher der Barometer schnell oder wird auch nur die Regelmässigkeit der täglichen Schwankungen unterbrochen, so ist Gefahr zu besorgen. Ueber die Grösse der zu erwartenden Druckabnahme kann keine Regel gegeben werden. Zahlreiche Berichte liegen über Fälle vor, bei denen der Barometer unter $711{,}2^{mm}$ (28 Z.) in Westindien fiel; über die Plötzlichkeit

der Druckabnahme giebt ein authentischer Bericht dahin Aufschluss, dass die Abnahme des Barometerstandes in $1^h\ 10^m$ $43{,}18^{mm}$ (1,7 Z.) betrug. Meldrum sagt, dass im südindischen Ocean das Barometer gewöhnlich unter $711{,}2^{mm}$ (28 Z.) fällt; in der Bai von Bengalen soll ein Druck von $700{,}53^{mm}$ (27,58 Z.) beobachtet sein (vergl. oben S. 182). Der ungefähre barometrische Gradient nahe dem Centrum der schwersten dieser Stürme soll etwas mehr als $25{,}4^{mm}$ (1 Z.) auf 50 Sm. betragen (vergl. oben S. 328).

Je mehr sich das Sturmcentrum nähert, um so schneller werden, sofern sich das Schiff nicht gerade in der Cyclonbahn befindet, die Aenderungen des Windes vor sich gehen; während beim ersten Eintreten in das Sturmfeld der Wind allmählich herumgeht, springt derselbe zuletzt plötzlich nach der entgegengesetzten Richtung. Vielfach wird berichtet, dass die Windstärke im Centrum plötzlich abnimmt, die Wolken für kurze Zeit sich zerstreuen, und dann den Sturm bald mit erneuter Gewalt hervorbrechen zu lassen. Es sollte das Centrum des Sturmfeldes um jeden Preis vermieden werden.

Die erste Aufgabe für den in einen Cyclon hineingerathenen Schiffsführer ist es, die Lage des Centrums festzustellen. Kehrt man das Gesicht dem Winde zu so, ist die ungefähre Peilung des Centrums in der nördlichen Hemisphäre 8 Strich rechts, auf der südlichen Halbkugel 8 Strich links; bei Nordostwind liegt also das Centrum auf der nördlichen Hemisphäre ungefähr in Südost und auf der südlichen Halbkugel bei Nordwestwind in Südwest.

In der Folge ist der Einfachheit halber die Windbewegung innerhalb des Cyclons als nahezu kreisförmig angenommen worden. Letzteres ist indess in Wirklichkeit, genau genommen, nicht der Fall, sondern häufig ist die Richtung in einzelnen Theilen des Sturmfeldes mehr oder weniger nach innen gekehrt. In einer erheblichen Entfernung vom Centrum und ehe das Barometer sehr unter seinen normalen Stand gefallen ist, liegt das Centrum ungefähr 10 oder 12 Strich von der Windrichtung; nach einem Barometerfall von $12{,}70^{mm}$ (0,5 Z.) oder $15{,}24^{mm}$ (0,6 Z.) bildet der dann wehende Wind wahrscheinlich einen Theil des Sturmwirbels, und kann man das Centrum 8 Strich von der Windrichtung annehmen.

Nach Kenntniss der ungefähren Lage des Cyclonencentrums ist festzustellen, auf welcher Seite der Cyclonbahnen das Schiff sich befindet, und in welcher Richtung der Wirbel fortschreitet. Befindet man sich auf der nördlichen Erdhälfte im rechten Halbkreise eines nach West fortschreitenden Sturmes — Gesicht nach der Fort-

bewegungsrichtung der Cyclone gewendet — so wird der Wind von Nordost nach Ost, Südost, Süd etc. oder mit dem Zeiger der Uhr sich ändern; in dem linken Halbkreise dagegen wird der Wind über Nord nach Nordwest, West etc. oder gegen den Zeiger der Uhr umlaufen. Aehnlich geht bei einem nach West sich bewegenden Wirbelsturm auf der südlichen Halbkugel im rechten Halbkreise der Wind von Süd über Südwest, West etc. oder mit dem Zeiger der Uhr, im südlichen Halbkreise über Südost, Ost, Nordost Nord etc. oder gegen den Zeiger der Uhr. Vorausgesetzt hierbei wird, dass das Schiff beigedreht liegt; bewegt sich nämlich das Schiff schneller und in derselben Richtung wie der Sturm, so wird die Windänderung in entgegengesetzter Richtung vor sich gehen. — Bleibt für ein beiliegendes Schiff die Richtung des Windes dieselbe, nimmt aber die Stärke desselben bei fallendem Barometer zu, so befindet man sich auf der Bahn des herannahenden Sturmes, also in der gefahrvollsten aller Positionen. An der Vorderfront des Sturmfeldes ist der Wind quer zur Bahn des Centrums gerichtet, auf der einen Seite zu dieser hin, auf der anderen von dieser weg führend. Hiernach kann ein Schiff, welches auf der einen Seite der Sturmbahn vor dem Winde läuft, leicht die Sturmbahn vor dem Centrum, also unter den gefährlichsten Verhältnissen, kreuzen; im anderen Halbkreise dagegen wird ein vor dem Winde laufendes Schiff wahrscheinlich die Bahn im Rücken des Centrums kreuzen. Den ersteren dieser Halbkreise hat man den „gefährlichen“ Halbkreis genannt. Derselbe befindet sich — Gesicht nach der Richtung gewandt, nach welcher der Sturm fortschreitet — auf der nördlichen Halbkugel stets rechter, auf der südlichen Halbkugel stets linker Hand. In beiden Hemisphären ändert sich für ein beiliegendes Schiff im rechten Halbkreis der Wind stets mit dem Zeiger der Uhr, im linken Halbkreise gegen den Zeiger der Uhr. Der Halbkreis mit rechtsdrehenden Winden ist auf der nördlichen, der mit linksdrehenden Winden auf der südlichen Halbkugel der gefährliche.

Zur näheren Erläuterung dienen nachfolgende Figuren, in denen die Kreise die Sturmfelder, die Pfeile die Drehung der letzteren, die dunklen Theile die gefährlichen Halbkreise, die Pfeilgruppen zu beiden Seiten der Sturmbahn die Richtung angeben, in welcher der Wind für ein beiliegendes Schiff dort wehen und herumgehen würde.

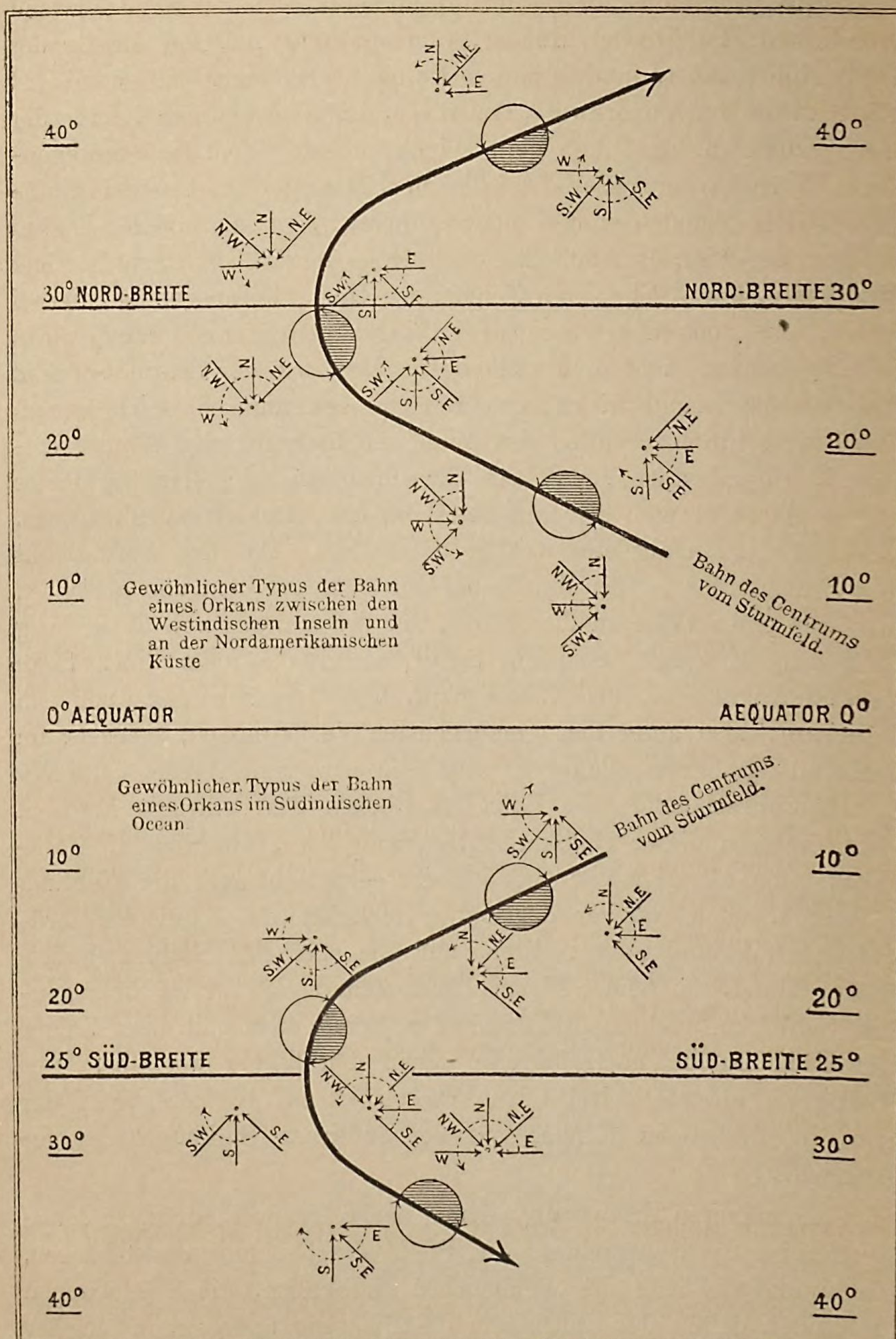

40°
40°
30° NORD-BREITE
NORD-BREITE 30°
20°
20°
10°
10°
Gewöhnlicher Typus der Bahn eines Orkans zwischen den Westindischen Inseln und an der Nordamerikanischen Küste
Bahn des Centrums vom Sturmfeld.
0° AEQUATOR
AEQUATOR 0°
Gewöhnlicher Typus der Bahn eines Orkans im Sudindischen Ocean
Bahn des Centrums vom Sturmfeld.
10°
10°
20°
20°
25° SÜD-BREITE
SÜD-BREITE 25°
30°
30°
40°
40°

Fig. 66.

Die Umbiegung der Bahn erfolgt stets nach der Seite des gefährlichen Halbkreises hin, d. h. nach rechts auf der nördlichen, nach links auf der südlichen Halbkugel. So lange daher auf der nördlichen Hemisphäre das Centrum nach West fortschreitet, sind die Winde in der Front nordöstliche; wendet sich die Sturmbahn nach Nord, so sind die Winde in der Front östliche; ist eine östliche Richtung seitens des Centrums angenommen, so sind die Winde in der Front südöstliche. Aehnlich, doch umgekehrt, ist es auf der südlichen Hemisphäre: die Winde vor dem Centrum sind anfangs südöstliche und zuletzt nordöstliche. Unter der Voraussetzung, dass die Sturmbahn dieselbe Form, wie in der nachstehenden Figur hat und auf 30° n. Br. bezw. 26° s. Br. umbiegt, ergeben sich folgende Regeln, um den gefährlichsten Wind zu finden:

Nördliche Halbkugel		Südliche Halbkugel	
Zwischen 0° und 30° nördl. Br.	NE	Zwischen 0° und 26° südl. Br.	SE
In ca. 30° nördl. Br.	E	In ca. 26° südl. Br.	E
Nördlich von 30° nördl. Br.	SE	Südlich von 26° südl. Br.	NE

Es sind diese Winde aus dem Grunde am gefährlichsten, weil das Schiff, sobald der Wind beständig aus der bezüglicheu Richtung weht und das Barometer fortfährt, stark zu fallen, sich in der Sturmbahn und zwar rechts vor derselben, also in der gefährlichsten Position, befinden muss.

Die Entfernung des Schiffes vom Wirbelcentrum zu schätzen, ist schwer; sowohl wegen der Unsicherheit über die Beziehung zwischen der Peilung des Centrums und der Windrichtung, als auch namentlich wegen des Fehlens jeglichen Mittels, die Ausdehnung des Sturmfeldes zu bestimmen. Fällt das Barometer langsam, und wird das Wetter nur allmählich schlechter, so kann man mit Recht annehmen, dass das Centrum entfernt ist; umgekehrt lässt sich bei schnell fallendem Barometer und zunehmendem schlechtem Wetter darauf schliessen, dass das Centrum in gefährlicher Nähe herankommt."

Praktische Regeln für Seeleute in tropischen Wirbelstürmen.

„In der Gegend und in der Jahreszeit der Drehstürme hat man sorgfältig auf etwaige Anzeichen derselben zu achten. Namentlich ist beständig und sorgfältig der Barometerstand zu beobachten und zu notiren.

Sind Anzeichen von einem in der Nähe befindlichen Cyclone vorhanden, so drehe man bei, beobachte und notire sorgfältig Barometerstand und Windrichtung, um sich über Richtung des Centrums und durch Feststellung der Windänderung über den Halbkreis zu vergewissern, in welchem sich das Schiff befindet. Viel kann häufig vom rechtzeitigen Beidrehen abhängen.

Ist nach sorgfältiger Beobachtung Grund zu der Annahme vorhanden, dass das Centrum einer Cyclone herannaht, so sollten die folgenden Regeln massgebend sein für den Entschluss, ob man beigedreht liegen bleibt oder nicht, und welchen Bug man zum Beidrehen wählt.

Nördliche Halbkugel: Im rechten Halbkreise drehe bei über B.-B.-Bug. Im linken Halbkreise laufe man, wenn möglich, mit dem Wind von St.-B. achtern; und wenn das Barometer steigt, so drehe man bei über St.-B.-Bug, um nöthigenfalls das Schiff nicht zu weit vom eigentlichen Curse abzubringen.

Südliche Halbkugel: Im rechten Halbkreise laufe man, wenn möglich, mit Wind von B.-B. achtern (hinten); wenn das Barometer steigt, und man das Schiff nicht zu weit vom eigentlichen Curs abkommen lassen darf, so drehe man bei über B.-B.-Bug. Im linken Halbkreise drehe man bei über St.-B.-Bug.

Beide Halbkugeln: Befindet sich das Schiff gerade in der Bahn des herannahenden Sturmes — die gefährlichste aller Positionen — so laufe man weg. Auf jeden Fall handle man derart, dass die Entfernung vom Centrum so schnell als möglich vergrössert wird; hierbei ist in Rechnung zu ziehen, dass das ganze Sturmfeld näher rückt.

Beidrehen auf beiden Halbkugeln: Im rechten Halbkreise drehe man bei über B.-B.-Bug; im linken Halbkreise drehe bei über St.-B.-Bug; unter diesen Umständen wird der Wind für das Schiff raumen (günstiger werden).

Mit der Entfernung vom Centrum eines Cyclons wird das Barometer steigen, Wind und See nachlassen.

Es ist zu bemerken, dass es in einzelnen Fällen Schiffen bei langsam fortschreitendem Sturm möglich sein mag, aus dem gefährlichen Halbkreis durch Laufen quer über die Front des Sturmes herauszukommen; da indess die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Sturmes ganz unsicher, so ist dies ein gefährliches Unternehmen, und vor der Wahl desselben sollte man sich zunächst sorgfältig alle

Verhältnisse des vorliegenden Falles überlegen, besonders die Geschwindigkeit des Barometerfalls beobachten.

Cyclonen im südindischen Ocean: Die Untersuchungen von Meldrum, dem Direktor vom kgl. Observatorium zu Mauritius, haben gezeigt, dass im südindischen Ocean die sich der Südseite eines Cyclons nähernden Schiffe fast stets auf einen starken Passat treffen, welcher zum Sturme auffrischt. Schwer ist zu sagen, unter welchen Umständen der Passat den Theil eines Sturmwirbels bildet; infolge dessen kann in dieser Position selten die Lage des Sturmcentrums aus der Windrichtung gefolgert werden.

Unter solchen Umständen ist es empfehlenswerth, beizudrehen und Wind und Barometer zu beobachten; ist der Wind bestimmt nach Ost oder Süd herumgegangen, so kann man annähernd schliessen, dass das Centrum bei der Schiffsposition passirt ist; ist das Barometer um $15{,}24^{mm}$ (0,6 Z.) von seiner Höhe bei Beginn des Sturmes gefallen, so kann die Lage des Centrums nahezu rechtwinklig zur Windrichtung angenommen werden.

Dreht der Wind entschieden von Südost nach Süd, so laufe man nach Nordwest. Bleibt der Wind beständig Südost bei zunehmender Stärke und weiter fallendem Barometer, so kommt der Sturm wahrscheinlich auf das Schiff direkt zu; in diesem, dem gefährlichsten von allen Fällen, laufe man nach Nordwest.

Es ist auch festgestellt, dass in den Cyclonen des südindischen Oceans nordöstliche und östliche Winde oft, wenn nicht immer, nach dem Centrum zu wehen. Unter diesen Umständen ist es besser, so viel Ost als möglich zu machen.

Es kann leicht nachgewiesen werden, bemerkt Meldrum, dass alle heimkehrenden Schiffe, welche Mauritius wegen Reparaturen angelaufen haben, dies infolge von Schäden thaten, welche sie durch Hineinlaufen in die Nordseite einer Cyclone erlitten. Die Versuchung, mit einer günstigen Brise zu laufen, ist für solche Schiffe gross; indess sollte ein auffrischender nördlicher oder nordöstlicher Wind bei fallendem Barometer und drohendem Aussehen des Wetters zu frühzeitigem Beidrehen mahnen.“

Anhang II.

Hilfstafeln.

Verwandlung von Réaumur-Graden in Celsius-Grade.

+ Réaumur.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13
1	1,25	1,38	1,50	1,63	1,75	1,88	2,00	2,13	2,25	2,38
2	2,50	2,63	2,75	2,88	3,00	3,13	3,25	3,38	3,50	3,63
3	3,75	3,88	4,00	4,13	4,25	4,38	4,50	4,63	4,75	4,88
4	5,00	5,13	5,25	5,38	5,50	5,63	5,75	5,88	6,00	6,13
5	6,25	6,38	6,50	6,63	6,75	6,85	7,00	7,13	7,25	7,38
6	7,50	7,63	7,75	7,88	8,00	8,13	8,25	8,38	8,50	8,63
7	8,75	8,88	9,00	9,13	9,25	9,38	9,50	9,63	9,75	9,88
8	10,00	10,13	10,25	10,38	10,50	10,63	10,75	10,88	11,00	11,13
9	11,25	11,38	11,50	11,63	11,75	11,88	12,00	12,13	12,25	12,38
10	12,50	12,63	12,75	12,68	13,00	13,13	13,25	13,38	13,50	13,63

Verwandlung von Fahrenheit-Graden in Celsius-Grade.

32° Fahrenheit ±	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,50
1	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06
2	1,11	1,17	1,22	1,28	1,33	1,39	1,44	1,50	1,56	1,61
3	1,67	1,72	1,78	1,83	1,89	1,94	2,00	2,06	2,11	2,17
4	2,22	2,28	2,33	2,39	2,44	2,50	2,56	2,61	2,67	2,72
5	2,78	2,83	2,89	2,94	3,00	3,06	3,11	3,17	3,22	3,28
6	3,33	3,39	3,44	3,50	3,56	3,61	3,67	3,72	3,78	3,83
7	3,89	3,94	4,00	4,06	4,11	4,17	4,22	4,28	4,33	4,39
8	4,44	4,50	4,56	4,61	4,67	4,72	4,78	4,83	4,89	4,94
9	5,00	5,06	5,11	5,17	5,22	5,28	5,33	5,39	5,44	5,50
10	5,56	5,61	5,67	5,72	5,78	5,83	5,89	5,94	6,00	6,06

Verwandlung der Pariser Zolle in Millimeter.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27,0710	54,1399	81,2098	108,2798	135,3497	162,4197	189,4896	216,5596	243,6295	270,6995

Verwandlung der Pariser Linien in Millimeter.

1 Pariser Linie = 2,255 829mm = 0,088 814 engl. Zoll.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,2558	2,4814	2,7070	2,9326	3,1581	3,3837	3,6093	3,8349	4,0605	4,2860
2	4,5117	4,7372	4,9628	5,1884	5,4140	5,6396	5,8651	6,0907	6,3163	6,5419
3	6,7675	6,9931	7,2186	7,4442	7,6698	7,8954	8,1210	8,3465	8,5721	8,7977
4	9,0233	9,2489	9,4745	9,7001	9,9256	10,1512	10,3768	10,6024	10,8280	11,0535
5	11,2791	11,5047	11,7303	11,9559	12,1815	12,4070	12,6326	12,8582	13,0837	13,3094
6	13,5350	13,7606	13,9861	14,2117	14,4373	14,6629	14,8885	15,1140	15,3396	15,5652
7	15,7908	16,0164	16,2420	16,4675	16,6931	16,9187	17,1443	17,3699	17,5954	17,8210
8	18,0466	18,2722	18,4978	18,7234	18,9490	19,1745	19,4001	19,6257	19,8513	20,0779
9	20,3025	20,5280	20,7536	20,9792	21,2048	21,4303	21,6559	21,8815	22,1071	22,3327
10	22,5583	22,7839	23,0095	23,2350	23,4606	23,6862	23,9118	24,1374	24,3629	24,5885

Höhe einer Luftsäule (in Metern), deren Druck 1mm beträgt.

Temp. °C.	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780
— 30	10,46	10,31	10,16	10,02	9,88	9,74	9,61	9,48	9,36	9,24	9,12
— 28	10,55	10,39	10,24	10,10	9,96	9,82	9,69	9,56	9,44	9,32	9,20
— 26	10,63	10,48	10,33	10,19	10,04	9,90	9,77	9,64	9,51	9,39	9,27
— 24	10,72	10,56	10,41	10,27	10,12	9,98	9,85	9,71	9,59	9,47	9,35
— 22	10,80	10,65	10,50	10,35	10,21	10,06	9,93	9,79	9,67	9,54	9,42
— 20	10,89	10,73	10,58	10,44	10,29	10,14	10,01	9,87	9,74	9,62	9,50
— 18	10,98	10,82	10,66	10,52	10,37	10,22	10,09	9,95	9,82	9,70	9,57
— 16	11,06	10,90	10,75	10,60	10,45	10,30	10,17	10,03	9,90	9,77	9,65
— 14	11,15	10,99	10,83	10,68	10,53	10,38	10,25	10,10	9,97	9,85	9,72
— 12	11,23	11,07	10,92	10,77	10,61	10,47	10,32	10,18	10,05	9,92	9,80
— 10	11,32	11,16	11,00	10,85	10,70	10,55	10,40	10,26	10,13	10,00	9,87
— 8	11,41	11,24	11,08	10,93	10,78	10,63	10,48	10,34	10,20	10,08	9,95
— 6	11,49	11,33	11,17	11,02	10,86	10,71	10,56	10,42	10,28	10,15	10,02
— 4	11,58	11,41	11,25	11,10	10,94	10,79	10,64	10,49	10,36	10,22	10,10
— 2	11,66	11,50	11,34	11,18	11,02	10,87	10,72	10,57	10,43	10,30	10,18
0	11,75	11,58	11,42	11,26	11,10	10,95	10,80	10,65	10,51	10,38	10,25
+ 2	11,85	11,68	11,51	11,35	11,19	11,03	10,89	10,74	10,60	10,46	10,32
+ 4	11,94	11,77	11,60	11,44	11,28	11,12	10,97	10,83	10,69	10,55	10,41
+ 6	12,04	11,86	11,69	11,53	11,37	11,20	11,06	10,91	10,77	10,63	10,49
+ 8	12,13	11,96	11,78	11,62	11,46	11,29	11,15	11,00	10,85	10,71	10,57
+ 10	12,22	12,05	11,87	11,71	11,55	11,38	11,23	11,08	10,94	10,80	10,66
+ 12	12,32	12,14	11,97	11,80	11,63	11,47	11,32	11,17	11,02	10,88	10,74
+ 14	12,41	12,23	12,06	11,89	11,72	11,55	11,41	11,25	11,11	10,96	10,82
+ 16	12,51	12,33	12,15	11,98	11,81	11,64	11,49	11,34	11,19	11,04	10,89
+ 18	12,60	12,42	12,24	12,07	11,90	11,73	11,58	11,43	11,27	11,12	10,97
+ 20	12,69	12,51	12,33	12,16	11,99	11,82	11,67	11,51	11,36	11,21	11,06
+ 22	12,79	12,61	12,42	12,25	12,08	11,90	11,75	11,60	11,44	11,29	11,14
+ 24	12,88	12,70	12,51	12,34	12,17	11,99	11,84	11,68	11,53	11,38	11,23
+ 26	12,98	12,79	12,61	12,43	12,26	12,08	11,93	11,77	11,61	11,46	11,31
+ 28	13,07	12,88	12,70	12,52	12,35	12,17	12,01	11,85	11,70	11,55	11,40
+ 30	13,16	12,98	12,79	12,61	12,43	12,25	12,10	11,94	11,78	11,63	11,48

Reduction des in Millimetern getheilten Barometers auf 0° C.

Temp. °C.	680	700	720	740	760	780	Temp. °C.	680	700	720	740	760	780
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	16	1,77	1,83	1,88	1,93	1,98	2,04
2	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	17	1,86	1,94	2,00	2,05	2,11	2,16
3	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	18	2,00	2,05	2,11	2,17	2,23	2,29
4	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	19	2,11	2,17	2,23	2,29	2,35	2,41
5	0,56	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64	20	2,22	2,28	2,35	2,41	2,48	2,54
6	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	21	2,33	2,39	2,46	2,53	2,60	2,67
7	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	22	2,44	2,51	2,58	2,65	2,72	2,79
8	0,89	0,91	0,94	0,97	0,99	1,02	23	2,55	2,62	2,70	2,77	2,85	2,92
9	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,14	24	2,66	2,73	2,81	2,89	2,97	3,05
10	1,11	1,14	1,18	1,21	1,24	1,27	25	2,77	2,85	2,93	3,01	3,09	3,17
11	1,22	1,26	1,29	1,33	1,36	1,40	26	2,88	2,96	3,05	3,13	3,22	3,30
12	1,33	1,37	1,41	1,45	1,49	1,53	27	2,99	3,08	3,16	3,25	3,34	3,43
13	1,44	1,48	1,53	1,57	1,61	1,65	28	3,10	3,19	3,28	3,37	3,46	3,55
14	1,55	1,60	1,64	1,69	1,73	1,78	29	3,21	3,30	3,40	3,49	3,58	3,68
15	1,66	1,71	1,70	1,81	1,86	1,91	30	3,32	3,42	3,51	3,61	3,71	3,81

Die Correctionsgrösse ist für negative Temperaturen zu addiren, für positive zu subtrahiren.

Reduction des in Pariser Linien getheilten Barometers auf 0° R.

Temp. °R.	300‴	320‴	340‴	Temp. °R.	300‴	320‴	340‴
− 9	+ 0,45	+ 0,48	+ 0,51	11	− 0,76	− 0,81	− 0,86
− 8	+ 0,39	+ 0,42	+ 0,45	12	− 0,82	− 0,87	− 0,92
− 7	+ 0,33	+ 0,35	+ 0,38	13	− 0,88	− 0,93	− 0,99
− 6	+ 0,27	+ 0,29	+ 0,31	14	− 0,94	− 1,00	− 1,06
− 5	+ 0,21	+ 0,22	+ 0,24	15	− 1,00	− 1,06	− 1,13
− 4	+ 0,15	+ 0,16	+ 0,17	16	− 1,06	− 1,13	− 1,20
− 3	+ 0,09	+ 0,10	+ 0,10	17	− 1,12	− 1,19	− 1,27
− 2	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,03	18	− 1,18	− 1,25	− 1,33
− 1	− 0,03	− 0,03	− 0,04	19	− 1,24	− 1,32	− 1,40
0	− 0,09	− 0,10	− 0,10	20	− 1,30	− 1,38	− 1,47
+ 1	− 0,15	− 0,16	− 0,17	21	− 1,36	− 1,45	− 1,54
2	− 0,21	− 0,23	− 0,24	22	− 1,42	− 1,51	− 1,61
3	− 0,27	− 0,29	− 0,31	23	− 1,48	− 1,58	− 1,67
4	− 0,33	− 0,36	− 0,38	24	− 1,54	− 1,64	− 1,74
5	− 0,39	− 0,42	− 0,45	25	− 1,60	− 1,71	− 1,81
6	− 0,45	− 0,48	− 0,51	26	− 1,66	− 1,77	− 1,88
7	− 0,51	− 0,55	− 0,58	27	− 1,72	− 1,84	− 1,95
8	− 0,57	− 0,61	− 0,65	28	− 1,78	− 1,90	− 2,02
9	− 0,63	− 0,68	− 0,72	29	− 1,84	− 1,97	− 2,09
10	− 0,70	− 0,74	− 0,79	30	− 1,90	− 2,03	− 2,16

Reduction der in englischen Zollen ausgedrückten Barometerstände.

Temperatur ° F.	° R.	27'',0	28'',0	29'',0	30'',0	31'',0	Temperatur ° F.	° R.	27'',0	28'',0	29'',0	30'',0	31'',0
		+0,	+0,	+0,	+0,	+0,			−0,	−0,	−0,	−0,	−0,
12	−8,9	040	042	043	045	046	52	8,9	057	059	061	063	065
14	−8,0	035	037	038	039	040	54	9,8	062	064	066	068	071
16	−7,1	030	032	033	034	035	56	10,7	066	069	071	074	076
18	−6,2	025	026	027	028	029	58	11,5	071	074	077	079	082
20	−5,3	021	021	022	023	024	60	12,4	076	079	082	085	087
22	−4,4	016	016	017	018	018	62	13,3	081	084	087	090	093
24	−3,6	011	011	012	012	013	64	14,2	086	089	092	095	098
26	−2,7	006	006	007	007	007	66	15,1	090	094	097	101	104
28	−1,8	001	001	001	001	001	68	16,0	095	099	103	106	109
		−0,	−0,	−0,	−0,	−0,							
30	−0,9	004	004	004	004	004	70	16,9	100	104	108	111	115
32	0,0	008	009	009	009	010	72	17,8	105	109	113	117	120
34	0,9	013	014	015	015	015	74	18,7	110	114	118	122	126
36	1,8	018	019	020	020	021	76	19,6	114	119	123	127	131
38	2,7	023	024	026	026	026	78	20,4	119	124	128	133	137
40	3,6	028	029	031	031	032	80	21,3	124	129	133	138	143
42	4,4	033	034	036	036	037	82	22,2	129	134	138	143	148
44	5,3	037	039	042	042	043	84	23,1	134	139	144	149	154
46	6,2	042	044	047	047	049	86	24,0	138	144	149	154	159
48	7,1	047	049	052	052	054	88	24,9	143	149	154	159	165
50	8,0	052	054	058	058	060	90	25,8	148	153	159	164	170

Verwandlung der Pariser Fusse in Meter.

1 Pariser Fuss = 0,3248394^{m} = 1,065765 engl. Fuss = 1,027710 Wiener Fuss.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3248	0,6497	0,9745	1,2994	1,6242	1,9490	2,2739	2,5987	2,9235	3,2484

1 Toise = 6 Pariser Fuss = 1,949036^{m}.
1 Wiener Klafter = 6 Wiener Fuss = 1,896484^{m}.

Verwandlung der englischen Zolle in Millimeter.

1 engl. Zoll = 25,39954^{mm}.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	25,400	27,94	30,48	33,02	35,56	38,10	40,64	43,18	45,72	48,26
2	50,799	53,34	55,88	58,42	60,96	63,50	66,04	68,58	71,12	73,66
3	76,199	78,74	81,21	83,82	86,36	88,90	91,44	93,98	96,52	99,06
4	101,598	104,14	106,68	109,22	111,76	114,30	116,84	119,38	121,92	124,46
5	126,998	129,54	132,08	134,62	137,16	139,70	142,24	144,78	147,32	149,86
6	152,397	154,94	157,48	160,02	162,56	165,10	167,64	170,18	172,72	175,26
7	177,797	180,34	182,88	185,42	187,96	190,50	193,04	195,58	198,12	200,66
8	203,196	205,74	208,28	210,82	213,36	215,90	218,44	220,98	223,52	226,06
9	228,596	231,14	233,68	236,22	238,76	241,30	243,84	246,38	248,92	251,46
10	253,995	256,54	259,08	261,62	264,16	266,70	269,24	271,78	274,32	276,86

Verwandlung der englischen Fuss in Meter.

1 engl. Fuss = 0,3 047 945 m = 0,938 293 pariser Fuss = 0,9642 932 wiener Fuss.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3048	0,6096	0,9144	1,2192	1,5240	1,8288	2,1336	2,4384	2,7432	3,0480

1 engl. Faden = 1,828 767 m.

1 mm = 0,443 296 pariser Linie = 0,03 937 079 engl. Zoll.

Verwandlung der geographischen (Deutschen) Meilen in Kilometer.

1 geogr. Meile = 7,420 438 km = 4,610 930 engl. Meilen = 4,000 000 Seemeilen = 0,978 1835 österr. Meilen.

Geogr. Meile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
km	7,42	14,84	22,26	29,68	37,10	44,52	51,94	59,36	66,78	74,20

Verwandlung der englischen (Statute-) Meilen in Kilometer.

1 engl. Meile = 1,609 315 km = 0,216 8760 geogr. Meilen = 0,212 1445 österr. Meilen = 0,86 750 Seemeilen.

Engl. Meile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
km	1,609	3,219	4,828	6,437	8,047	9,657	11,265	12,874	14,484	16,093

1 österr. Meile = 7,585 937 km = 1,022 303 geogr. Meilen = 4 713 768 engl. Meilen = 4,08 921 Seemeilen.

1 Seemeile = 1,85 511 km = 0,25 000 geogr. Meilen = 1,115 273 engl. Meilen = 0,24 455 österr. Meilen.

1 Werst = 1,06 678 km = 0,14 376 geogr. Meilen = 0,66 288 engl. Meilen = 0,57 505 Seemeilen = 0,14 063 österr. Meilen.

Windgeschwindigkeit. Verwandlung von engl. (Statute-)Meilen pro Stunde in Meter pro Sekunde.

1 engl. Meile pro Stunde = 0,447 032 m pro Sekunde.

Engl. Meilen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,45	0,49	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72	0,76	0,80	0,85
2	0,89	0,94	0,98	1,03	1,07	1,12	1,16	1,21	1,25	1,30
3	1,34	1,39	1,43	1,48	1,52	1,56	1,61	1,65	1,70	1,74
4	1,79	1,83	1,88	1,92	1,97	2,01	2,06	2,10	2,15	2,19
5	2,23	2,28	2,32	2,37	2,41	2,46	2,50	2,55	2,59	2,64
6	2,68	2,73	2,77	2,82	2,86	2,91	2,95	2,99	3,04	3,08
7	3,13	3,17	3,22	3,26	3,31	3,35	3,40	3,44	3,49	3,53
8	3,58	3,62	3,67	3,71	3,75	3,80	3,84	3,89	3,93	3,98
9	4,02	4,07	4,11	4,16	4,20	4,25	4,29	4,34	4,38	4,42
10	4,47	4,51	4,56	4,60	4,65	4,69	4,74	4,78	4,82	4,87

Windgeschwindigkeit. Verwandlung von Kilometern pro Stunde in Meter pro Sekunde.

1 km pro Stunde = 0,27 778 m pro Sekunde.

Km. pro Stunde	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	0,50	0,53
2	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81
3	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,08
4	1,11	1,14	1,17	1,19	1,22	1,25	1,28	1,31	1,33	1,36
5	1,39	1,42	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,58	1,61	1,64
6	1,67	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,83	1,86	1,89	1,92
7	1,94	1,97	2,00	2,03	2,06	2,08	2,11	2,14	2,17	2,19
8	2,22	2,25	2,27	2,31	2,33	2,36	2,39	2,42	2,44	2,47
9	2,50	2,53	2,56	2,58	2,61	2,64	2,67	2,69	2,72	2,75
10	2,78	2,81	2,83	2,86	2,89	2,92	2,94	2,97	3,00	3,03

Psychrometertafel (Barometerstand 755mm).

Differenz des trockenen und feuchten Thermometers.

Feuchtes Thermometer ° C.	0°		1°		2°	
	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkeit %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkeit %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkeit %
— 25°	0,6	100	0,1	12		
— 24	0,6	100	0,1	19		
— 23	0,7	100	0,2	25		
— 22	0,8	100	0,3	31		
— 21	0,8	100	0,3	36		
— 20	0,9	100	0,4	40		
— 19	1,0	100	0,5	45		
— 18	1,1	100	0,6	48	0,1	4
— 17	1,2	100	0,7	52	0,2	11
— 16	1,3	100	0,8	55	0,3	16
— 15	1,4	100	0,9	58	0,4	22
— 14	1,5	100	1,0	61	0,5	27
— 13	1,6	100	1,1	63	0,6	31
— 12	1,8	100	1,3	65	0,7	35
— 11	1,9	100	1,4	67	0,9	39

Psychrometertafel

Feuchtes Thermometer °C.	Differenz des trockenen und											
	0°		1°		2°		3°		4°		5°	
	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %
— 10	2,1	100	1,6	69	1,0	42	0,5	20	—	—	—	—
— 9	2,3	100	1,7	71	1,2	46	0,7	24	0,2	6	—	—
— 8	2,5	100	1,9	73	1,4	49	0,9	28	0,4	11	—	—
— 7	2,7	100	2,2	74	1,6	52	1,1	32	0,6	16	—	—
— 6	2,0	100	2,4	76	1,9	55	1,3	36	0,8	20	—	—
— 5	3,1	100	2,6	77	2,1	57	1,6	40	1,0	24	—	—
— 4	3,4	100	2,9	78	2,3	59	1,8	43	1,3	28	0,8	15
— 3	3,7	100	3,1	79	2,6	61	2,1	45	1,6	32	1,0	19
— 2	4,0	100	3,4	80	2,9	63	2,4	48	1,9	35	1,3	23
— 1	4,3	100	3,7	81	3,3	65	2,7	51	2,2	38	1,6	27
— 0	4,6	100	4,1	82	3,5	67	3,0	53	2,5	40	2,0	30
+ 0	4,6	100	4,0	81	3,2	64	2,8	50	2,2	36	1,6	25
1	4,9	100	4,4	82	3,8	66	3,2	52	2,6	39	2,0	28
2	5,3	100	4,7	83	4,1	67	3,5	54	2,9	42	2,3	31
3	5,7	100	5,1	83	4,5	69	3,9	56	3,3	44	2,7	34
4	6,1	100	5,5	84	4,9	70	4,3	57	3,7	46	3,1	36
5	6,5	100	5,9	85	5,3	71	4,7	59	4,1	48	3,5	39
6	7,0	100	6,4	85	5,8	72	5,2	61	4,6	50	4,0	41
7	7,5	100	6,9	86	6,3	73	5,7	62	5,1	52	4,5	43
8	8,0	100	7,4	86	6,8	74	6,2	63	5,6	54	5,0	45
9	8,6	100	8,0	86	7,4	75	6,8	65	6,2	55	5,6	47
10	9,2	100	8,6	87	8,0	76	7,4	66	6,8	57	6,2	48
11	9,8	100	9,2	88	8,6	77	8,0	67	7,4	58	6,8	50
12	10,5	100	9,9	88	9,3	78	8,6	68	8,0	59	7,4	52
13	11,2	100	10,6	89	10,0	78	9,3	69	8,7	61	8,1	53
14	11,9	100	11,3	89	10,7	79	10,1	70	9,5	62	8,9	54
15	12,7	100	12,1	89	11,5	80	10,9	71	10,3	63	9,7	55
16	13,5	100	12,9	90	12,3	80	11,7	72	11,1	64	10,5	57
17	14,4	100	13,8	90	13,2	81	12,6	72	12,0	65	11,4	58
18	15,4	100	14,8	90	14,1	81	13,5	73	12,9	66	12,3	59
19	16,4	100	15,7	91	15,1	82	14,5	74	13,9	66	13,3	60
20	17,4	100	16,8	91	16,2	82	15,6	74	14,9	67	14,3	61
21	18,5	100	17,9	91	17,3	83	16,7	75	16,0	68	15,4	62
22	19,7	100	19,0	91	18,4	83	17,8	76	17,2	69	16,6	63
23	20,9	100	20,3	91	19,7	83	19,0	76	18,4	69	17,8	63
24	22,2	100	21,6	92	21,0	84	20,3	77	19,7	70	19,1	64
25	23,5	100	22,9	92	22,3	84	21,7	77	21,1	71	20,5	65
26	25,0	100	24,4	92	23,7	85	23,1	78	22,5	71	21,9	65
27	26,5	100	25,9	92	25,3	85	24,6	78	24,0	72	23,4	66
28	28,1	100	27,5	92	26,9	85	26,2	79	25,6	72	25,0	67
29	29,8	100	29,2	92	28,5	85	27,9	79	27,3	73	26,7	67
30	31,5	100	30,9	93	30,3	86	29,7	79	29,0	73	28,4	68

Barometer-Correction zu multipliciren mit b (Barometerstand) — 755

Psychrometer-Differenz		1	2	4
Dunstdruck	bei	0,001	0,002	0,003
Relative Feuchtigkeit	+ 0°	0,01	0,03	0,06

(Barometerstand 755^{mm}).

feuchten Thermometers.

6°		7°		8°		9°		10°		11°	
Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,4	20	0,9	12	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	15	0,4	6	—	—	—	—	—	—	—	—
1,4	18	0,8	10	0,2	2	—	—	—	—	—	—
1,7	22	1,1	13	0,5	6	—	—	—	—	—	—
2,1	25	1,5	16	0,9	9	0,3	3	—	—	—	—
2,5	28	1,9	19	1,3	13	0,7	6	0,1	1	—	—
2,9	30	2,3	22	1,7	16	1,1	10	0,5	4	—	—
3,4	33	2,8	25	2,2	18	1,6	13	1,0	7	0,4	3
3,9	35	3,3	28	2,7	21	2,1	15	1,5	10	0,9	6
4,4	37	3,8	30	3,2	24	2,6	18	2,0	13	1,4	9
5,0	39	4,4	32	3,8	26	3,2	20	2,5	16	1,9	11
5,5	41	4,9	34	4,3	28	3,7	23	3,1	18	2,5	14
6,2	43	5,6	36	5,0	30	4,4	25	3,7	20	3,1	16
6,8	44	6,2	38	5,6	32	5,0	27	4,4	22	3,8	18
7,5	46	6,9	40	6,3	34	5,7	29	5,1	25	4,5	20
8,3	47	7,7	41	7,0	36	6,4	31	5,8	26	5,2	22
9,1	49	8,4	43	7,8	37	7,2	33	6,6	28	6,0	24
9,9	50	9,3	44	8,7	39	8,1	34	7,4	30	6,8	26
10,8	52	10,1	46	9,5	40	8,9	36	8,3	31	7,7	27
11,7	53	11,1	47	10,5	42	9,9	37	9,2	33	8,5	29
12,7	54	12,1	48	11,4	43	10,8	39	10,2	34	9,6	30
13,7	55	13,1	49	12,5	44	11,9	40	11,3	36	10,6	32
14,8	56	14,2	51	13,6	46	13,0	41	12,4	37	11,7	33
16,0	57	15,4	52	14,7	47	14,1	42	13,5	38	12,9	34
17,2	58	16,6	53	16,0	48	15,3	43	14,7	39	14,1	36
18,5	59	17,9	53	17,2	49	16,6	44	16,0	40	15,4	37
19,8	59	19,2	54	18,6	50	18,0	45	17,4	42	16,7	38
21,3	60	20,6	55	20,0	51	19,4	46	18,8	42	18,2	39
22,8	61	22,2	56	21,5	51	20,9	47	20,3	43	19,7	40
24,4	62	23,7	57	23,1	52	22,5	48	21,9	44	21,2	41
26,0	62	25,4	57	24,8	53	24,2	49	23,5	45	22,9	42
27,8	63	27,2	58	26,0	54	25,9	50	25,3	46		

und zu addiren, wenn b < 755m, zu subtrahiren, wenn b > 755mm

6		2	4	6	8	10	12
0,005	bei	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,010
0,09	+ 20°	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

Multiplications-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90
11	11	22	33	44	55	66	77	88	99
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108
13	13	26	39	52	65	78	91	104	117
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126
15	15	30	45	60	75	90	105	120	135
16	16	32	48	64	80	96	112	128	144
17	17	34	51	68	85	102	119	136	153
18	18	36	54	72	90	108	126	144	162
19	19	38	57	76	95	114	133	152	171
20	20	40	60	80	100	120	140	160	180
21	21	42	63	84	105	126	147	168	189
22	22	44	66	88	110	132	154	176	198
23	23	46	69	92	115	138	161	184	207
24	24	48	72	96	120	144	168	192	216
25	25	50	75	100	125	150	175	200	225
26	26	52	78	104	130	156	182	208	234
27	27	54	81	108	135	162	189	216	243
28	28	56	84	112	140	168	196	224	252
29	29	58	87	116	145	174	203	232	261
30	30	60	90	120	150	180	210	240	270
31	31	62	93	124	155	186	217	248	279
32	32	64	96	128	160	192	224	256	288
33	33	66	99	132	165	198	231	264	297
34	34	68	102	136	170	204	238	272	306
35	35	70	105	140	175	210	245	280	315
36	36	72	108	144	180	216	252	288	324
37	37	74	111	148	185	222	259	296	333
38	38	76	114	152	190	228	266	304	342
39	39	78	117	156	195	234	273	312	351
40	40	80	120	160	200	240	280	320	360
41	41	82	123	164	205	246	287	328	369
42	42	84	126	168	210	252	294	336	378
43	43	86	129	172	215	258	301	344	387
44	44	88	132	176	220	264	308	352	396
45	45	90	135	180	225	270	315	360	405
46	46	92	138	184	230	276	322	368	414
47	47	94	141	188	235	282	329	376	423
48	48	96	144	192	240	288	336	384	432
49	49	98	147	196	245	294	343	392	441
50	50	100	150	200	250	300	350	400	450

Tabelle.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	51	102	153	204	255	306	357	408	459
52	52	104	156	208	260	312	364	416	468
53	53	106	159	212	265	318	371	424	477
54	54	108	162	216	270	324	378	432	486
55	55	110	165	220	275	330	385	440	495
56	56	112	168	224	280	336	392	448	504
57	57	114	171	228	285	342	399	456	513
58	58	116	174	232	290	348	406	464	522
59	59	118	177	236	295	354	413	472	531
60	60	120	180	240	300	360	420	480	540
61	61	122	183	244	305	366	427	488	549
62	62	124	186	248	310	372	434	496	558
63	63	126	189	252	315	378	441	504	567
64	64	128	192	256	320	384	448	512	576
65	65	130	195	260	325	390	455	520	585
66	66	132	198	264	330	396	462	528	594
67	67	134	201	268	335	402	469	536	603
68	68	136	204	272	340	408	476	544	612
69	69	138	207	276	345	414	483	552	621
70	70	140	210	280	350	420	490	560	630
71	71	142	213	284	355	426	497	568	639
72	72	144	216	288	360	432	504	576	648
73	73	146	219	292	365	438	511	584	657
74	74	148	222	296	370	444	518	592	666
75	75	150	225	300	375	450	525	600	675
76	76	152	228	304	380	456	532	608	684
77	77	154	231	308	385	462	539	616	693
78	78	156	234	312	390	468	546	624	702
79	79	158	237	316	395	474	553	632	711
80	80	160	240	320	400	480	560	640	720
81	81	162	243	324	405	486	567	648	729
82	82	164	246	328	410	492	574	656	738
83	83	166	249	332	415	498	581	664	747
84	84	168	252	336	420	504	588	672	756
85	85	170	255	340	425	510	595	680	765
86	86	172	258	344	430	516	602	688	774
87	87	174	261	348	435	522	609	696	783
88	88	176	264	352	440	528	616	704	792
89	89	178	267	356	445	534	623	712	801
90	90	180	270	360	450	540	630	720	810
91	91	182	273	364	455	546	637	728	819
92	92	184	276	368	460	552	644	736	828
93	93	186	279	372	465	558	651	744	837
94	94	188	282	376	470	564	658	752	846
95	95	190	285	380	475	570	665	760	855
96	96	192	288	384	480	576	672	768	864
97	97	194	291	388	485	582	679	776	873
98	98	196	294	392	490	588	686	784	882
99	99	198	297	396	495	594	693	792	891
100	100	200	300	400	500	600	700	800	900

Literatur und Bemerkungen.

Es bedeuten: O. Z. = Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. f. Meteorologie etc.
M. Z. = Meteorologische Zeitschrift.

[1]) H. W. Dove: „Meteorologische Untersuchungen." Berlin 1837. Einleitung pag 3.

[2]) Vergl. H. J. Klein: „Allgemeine Witterungskunde nach dem gegenwärtigen Standpunkte der meteorologischen Wissenschaft." Leipzig 1882. Einleitung pag. 2. Vergl. auch Buckle: History of the civilisation.

[3]) Vergl. I. Band dieses Handbuches pag. 283 ff.

[4]) Vergl. „Berichterstattung von Lootsen-Kommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc., über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste" in Einleitung zu der von der Seewarte herausgegebenen „Monatliche Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1882." Jahrg. VII. Eine ähnliche Berichterstattung wurde im December 1881 durch das meteorologische Amt in London veranlasst. Auch diese lauten durchweg günstig. Vergl. Ralph Abercromby: „Principles of Forecasting". 1885. pag. 114 ff.

[5]) Vergl. Neumayer: „Ueber die Witterungskunde im alltäglichen Leben" im „Amtlichen Bericht der 50. Vers. deutscher Naturf. und Aerzte in München." 1877. pag. 58 ff.

[6]) Diesem Abschnitte liegt theilweise eine Manuscript-Arbeit Köppen's zu Grunde, welche im Drucke nicht erscheinen wird und die mir der Herr Verfasser freundlichst zur Verfügung stellte. Die durch Anführungszeichen bezeichneten Stellen sind wörtlich dieser Arbeit entnommen.

[7]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches: Die Entwickelung der Wettertelegraphie in den Hauptstaaten pag. 318 ff.

[8]) „Bericht über eine Conferenz in Hamburg zur Besprechung einiger Punkte, welche auf den Betrieb und die Einrichtung des Witterungs- und Signaldienstes in Nordwesteuropa Bezug haben. Abgehalten am 11., 12., 13. und 14. December 1875." Hamburg 1879. Anwesend auf dieser Conferenz waren: Neumayer, Buys-Ballot, Hoffmeyer, Köppen und Capt.-Lieut. Hoffmann.

[9]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 315.

[10]) van Rysselberghe, welcher beim internationalen Congress der Elektriker in Paris das Project einer internationalen Teleometeoropographie vorbrachte, die speciell dem meteorologischen Dienste gewidmet sein sollte, schätzt die Kosten für Nordeuropa auf ca. 2,400,000 Frs., „ein Betrag, der auch durch das jetzige ungenügende System in 20 Jahren als Kosten-

aufwand ohne den entsprechenden Nutzen schon erreicht wird." Bei einer gleichmässigen Vertheilung der Kosten auf 6 Staaten würden also auf jeden 400,000 Frs. entfallen. Der Congress hielt das Project für realisirbar, hält es aber für nothwendig, dasselbe einem eingehenden Studium, namentlich in Beziehung auf den Kostenaufwand zu unterziehen (vergl. Ciel et Terre, II. Jahrg. Nr. 16, 15. October und Nr. 3, 1. April 1881).

[11]) Köppen: „Principien der Vertheilung meteorologischer Stationen." Vortrag, gehalten in der meteorologischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte am 19. Sept. 1884, in M. Z. p. 437 ff.

[12]) Köppen, „Erläuterungen zur Karte der Häufigkeit und der mittleren Zugstrassen barometrischer Minima zwischen Felsengebirge und Ural." In O. Z. 1882. pag. 260.

[13]) Ausführliches hierüber findet sich in „Annual Report of the chief Signal Officer, United States army, to the Secretary of War for the fiscal year ending June 30 1882" pag. 3 ff. und pag. 97 ff.

[14]) Ausführliche Mittheilungen über den telegraphischen Wetterdienst auf den britischen Inseln finden sich in den vom Meteorologischen Amte in London herausgegebenen Jahresberichten.

[15]) Vergl. E. Knipping: „Die Wettertelegraphie in Japan;" Mittheilungen der Deutschen Geographischen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Bd. IV, pag. 11 und Sonderabdruck. Yokohama 1884. Vergl. Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol. 1885. pag. 39.

[16]) Vergl. Charles Todd: Meteorological Observations made at the Adelaide Observatory and other Places in South-Australia and the northern Territory during the year 1881. Adelaide 1884. pag. XXIX.

[17]) Eine eingehende Besprechung dieses denkwürdigen Sturmes findet sich in „Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol." Jahrg. 1880. Hft. 12: van Bebber, „Bemerkenswerthe Stürme, I."

[18]) Hann: „Zur Frage der Nothwendigkeit einer absoluten Uebereinstimmung der Beobachtungstermine." In O. Z. 1879. pag. 263.

[19]) Hoffmeyer's Antrag an den Wiener Meteorologen-Congress; siehe: Bericht über Wettertelegraphie und Sturmwarnungen, abgestattet an den meteorol. Congress in Wien von dem dafür auf der Leipziger Conferenz ernannten Comité, redigirt von Boguslawski. Berlin 1874. pag. 6.

[20]) Vergl. Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen und Sammlung von Hilfstafeln. 2. Aufl. Wien 1876. pag. 185.

[21]) Vergl. O. Z. XVII. 1882. pag. 31 ff.

[22]) Wild: Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches. IV. Theil. 2. Reduction auf das Meeresniveau. pag. 311.

[23]) Hann, für die Alpen und Deutschland im Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. LXI. Abth. II. 1870, für Schafberg ibid. Bd. LXXVIII. Abth. II. 1878.

[24]) A. Hirsch, speciell für die Schweiz in „Schweizerische meteorologische Beobachtungen". Bd. VI. 1869. Beilage A.

[25]) Vergl. C. Bruhns: Berichte über die Fragen 8, 15, 33 u. 35 des Programms für den Meteorologen-Congress in Rom. 1879. pag. 14.

[26]) Vergl.: „Ueber die an der Deutschen Seewarte angewandte Me-

thode der Reduction der Barometerstände." In Annalen d. Hydrogr. und maritimen Meteorol. Jahrg. 1877, pag. 138 ff.

[27]) von Bezold und Lang: Einleitung zu den „Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern." Jahrg. I. 1879. pag. XXXII.

[28]) Vergl. A. Sprung: Lehrbuch der Meteorologie. 1885. pag. 59 und 10. Die dem Stande hinzufügende Correction beträgt: b = — b'. 0.0026 cos 2 φ.

[29]) Vergl. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. 1878. pag. 220 ff.

[30]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 363 ff.

[31]) Vergl. „Witterungskarten in den ‚Times'". In O. Z. 1875. pag. 156. H. Tarry: „Ueber die Popularisirung der meteorologischen Beobachtungen mittelst der Tagespresse." O. Z. 1876. pag. 177 ff. „Report of the Meteorological Committee for 1873." p. 14.

[32]) Siehe I. Theil dieses Handbuches pag. 366.

[33]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 322 und Bulletin international de l'observatoire impérial de Paris (Suppl. pag. 53—60) und O. Z. 1866. pag. 85; 1877. pag. 153.

[34]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 331.

[35]) Vergl. Annual Report of the Chief Signal Officer United States Army to the secretary of War for the fiscal year ending June 30. 1881 und 1882.

[36]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 334.

[37]) Ich verweise hier insbesondere auf: Mohn, Grundzüge der Meteorologie. 3. Aufl. Hann: Handbuch der Klimatologie. 1883. Sprung: Lehrbuch der Meteorologie.

[38]) Vergl. Hann: Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. pag. 57 ff.

[39]) Wiener, „Ueber die Stärke der Bestrahlung der Erde durch die Sonne in den verschiedenen Breiten und Jahreszeiten. O. Z. 1879. pag. 113 ff.

[40]) Vergl. die vortreffliche Darstellung von Hann in: Handbuch der Klimatologie, welcher ich hier der Hauptsache nach gefolgt bin.

[41]) H. Wild, Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches; Supplementband zum Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mit einem Atlas. St. Petersburg 1881. pag. 90 ff.

[42]) Eine ausführliche Besprechung dieser Darstellungsart nebst historischem Ueberblick findet sich in M. Z. II. 1885. pag. 281: Fritz Erk: „Ueber die Darstellung der stündlichen und jährlichen Vertheilung der Temperatur durch ein einziges (Thermo-Isoplethen) Diagramm und dessen Verwendung in der Meteorologie."

[43]) Ueber die Benennung „Chrono-Isothermen" siehe ebendas. pag. 287 Anmerkung.

[44]) Die Chrono-Isothermen für München sind der Erk'schen Abhandlung entnommen, die für Greenwich in etwas anderer (vergleichbarer) Form der „Elementaren Meteorologie" von Scott pag. 46. Ueber die Construction der Chrono-Isothermen siehe Scott: Meteor. pag. 374 und besonders Erk: M. Z. 1885. pag. 289.

[45]) Vergl. „Ableitung der Normaltemperaturen der Deutschen Stationen für die Wetterberichte der Deutschen Seewarte. In Annalen der Hydrogr. uhd maritimen Meteorol. pag. 1 ff.

[46]) Quetelet: La météorologie de la Belgique comparée à celle du globe. pag. 61.

[47]) J. Vincent: „Tägliche Veränderung des Luftdrucks in den Cyclonen." In M. Z. II. 1885. pag. 299 ff.

[48]) Hann: Handbuch der Klimatologie. pag. 711. Vergl. auch pag. 702 ff.

[49]) William Ferrel: Meteorological Researches. Part. I. On the mechanics and the general motions of the atmosphere. U. S. Coast Survey. Washington 1877. Referat in O. Z. 1879, pag. 386 ff.

[50]) A. Sprung: „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdrucke." Aus dem Archiv der Seewarte. 1879. Nr. 2. pag. 7.

[51]) Hann, Hochstetter und Prokomy: Allgemeine Erdkunde. Prag 1881. 3. Aufl.

[52]) Vergl. Hann: Klimatologie. pag. 198 ff.

[53]) Vergl. Sprung: Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdrucke. In „Aus dem Archiv der Seewarte". 1879. Nr. 2. pag. 7.

[54]) Espy: „Reports of the British Association." 1840. pag. 345; 1865. pag. 264. Vergl. auch Hann: Die tägliche Periode der Geschwindigkeit und der Richtung des Windes. In „Sitzungsberichte der Wiener Akademie." LXXIX. 2 und Hjeltström: „Om den dagliga föränderingen i vindens hastighet."

[55]) Köppen: Die täglichen Aenderungen der Windstärke über dem Lande und dem Meere. In Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol. XI. 1883. pag. 625 ff.

[56]) Sprung: „Die tägliche Periode der Richtung des Windes." In M. Z. I. 1884. pag. 15 ff.

[57]) Luke Howard: „Essay on the Modifications of clouds. London 1803. 3. Aufl. 1865."

[58]) Poëy: 1) „Nouvelle classification des nuages suivies d'instructions pour servir à l'observation des nuages et des courants atmosphèriques." Paris 1873. Extrait des Annales hydrographiques." Eine eingehende Besprechung findet sich in O. Z. 1884. p. 177 ff. 2) „Comment on observe les nuages pour prévoir le temps?" Paris 1879. 3) „Les courants atmosphèriques d'après les nuages." Paris 1882.

[59]) Vergl. auch M. Möller: „Beziehungen zwischen dem Ober- und Unterwinde einer Depression und den aus diesen resultirenden Wolkenformen." In: Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol. X. 1882. pag. 212 ff.

Vergl. auch H. Hildebrand-Hildebrandsson: Sur la classification des nuages employée à l'observatoire météorologique d'Upsala. Upsala 1879. Hervorzuheben sind die beigegebenen 16 schönen Wolkenphotographien. Leider ist dieses Werk nur in 60 Exemplaren publicirt worden.

[60]) Vettin: „Erwiderung auf die Kritik meiner Messung der Wolkenhöhe durch Herrn Jesse." In O. Z. XVIII. 1883. pag. 90 ff.

[61]) Hildebrandsson: „Rapport au comité météorologique international." pag. 19.

[62]) J. Liznar: „Ueber den täglichen Gang der Bewölkung." In O. Z. XX. 1885. pag. 241 ff.

[63]) P. Elfert: Die Bewölkungsverhältnisse von Mitteleuropa. Inauguraldissertation. 1885. Andere Litteratur über diesen Gegenstand: Wild: „Ueber die Bewölkung Russlands." In Repertorium für Meteoro-

logie. II. 1871. Hellmann: Feuchtigkeit und Bewölkung auf der iberischen Halbinsel.“ In Nederl. meteor. Jahrb. 1876. Renou: „De la nébulosité du ciel en Europe.“ In La Nature. Vergl. O. Z. 1881. pag. 90. L. Meyer: „Die Bewölkung in Württemberg, mit Zugrundelegung der Beobachtungen von 1878—82 und mit besonderer Berücksichtigung meteorologischer Gebiete.“

[64]) Vergl. O. Z. XI. 1876. Hellmann: „Die tägliche Periode der Niederschläge zu Zechen.“ pag. 21 ff. Diese Abhandlung enthält für je 2 Stunden die Regenmenge (in Par. Lin.), die Regenhäufigkeit in Stunden und die Regendichte in den Jahreszeiten und dem Jahre für Zechen. O. Z. XVI. 1881. pag. 440 ff. Hann: „Ueber den täglichen Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien (Stadt). Sitzungsbericht der Wiener Akademie. LXXXIII. Bd. II. Abth. Febr.-Hft. 1881. O. Z. XVII. 1882. pag. 53. Hann: Zur täglichen Periode des Regenfalles. Enthält die tägliche Periode zu Coimbra, Modena, Bern, Wien, Pawlowsk und Zechen. Ibid. pag. 235. A. Augustin: „Täglicher Gang des Regenfalls.“ (Greenwich und New-York.)

[65]) Vergl. van Bebber: Die geographische Verbreitung des Regens über die Erde. II. Die Regen der gemässigten und kalten Zonen. In Zeitschrift für die gebildete Welt. Herausgegeben von Richard Fleischer. Bd. IV. 1883. pag. 151 ff. Diese Darstellung ist hauptsächlich Hann's Klimatologie entnommen.

[66]) Vergl. H. Töpfer: „Untersuchungen über die Regenverhältnisse Deutschlands.“ Aus den Abh. der naturforsch. Gesellsch. in Görlitz. J. van Bebbber: „Die Regenverhältnisse Deutschlands.“ 1877, „Regentafeln für Deutschland.“ Kaiserslautern 1876, und „Vertheilung der Regen über Deutschland nach den Jahreszeiten.“ In Petermann's Mittheilungen. 1878. Heft VII. pag. 245 ff. In dieser Abhandlung finden sich die ersten Regenkarten für die einzelnen Jahreszeiten. A. Supan: Karte der jährlichen Regenmengen in Deutschland. In Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1883. Dove: Klimatologie von Deutschland. II. Regenhöhen; Möllendorff: Regenverhältnisse Deutschlands; Prestel: Regenverhältnisse des Königreichs Hannover. Die Zahlen für Deutschland sind der Abhandlung von Töpfer entnommen, wobei die Zehntel-Millimeter weggelassen sind.

[67]) Vergl. van Bebber in Deutsche Revue. VIII. pag. 257.

[68]) Vergl. van Bebber: Regenverhältnisse Deutschlands. pag. 60 ff.

[69]) Wilhelm v. Bezold u. C. Lang: Einleitung zu „Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern.“ Jahrgang 1879 ff. v. Bezold: Die Untersuchungen über Gewitter in Bayern und Württemberg. In „Elektrochemische Zeitschrift“. März 1883. Vergl. O. Z. XVIII. 1883. pag. 200 ff. „Ueber zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraumes 1833—1882.“ In Abhandl. der k. b. Akad. d. Wiss. II. Cl. XV. Bd. I. Abth. München 1884.

[70]) R. Assmann: „Die Gewitter in Mitteldeutschland.“ Nach den Beobachtungen des Vereins für landwirthschaftliche Wetterkunde bearbeitet. Halle 1885.

[71]) Ciro Ferrari: Untersuchungen über die dem „Ufficio centrale di Meteorologia“ mitgetheilten Gewitterbeobachtungen vom Jahre 1881. In M. Z. II. 1885. pag. 353 ff.

[72]) L. Sohnke: „Der Ursprung der Gewitterelektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Eine meteorologisch-physi-

kalische Untersuchung." Jena 1885. Siehe auch E. Hoppe: „Ueber atmosphärische und Gewitterelektricität." In M. Z. II. 1885. 1 ff.

[73]) Für Bayern und Württemberg vergl. Beob. d. met. Stat. im Königr. Bayern; für Sachsen vergl. Assmann: Gewitter in Deutschland; für Glatz vergl. A. Richter: Doppeltes Maximum der täglichen Gewitterperiode in der Grafschaft Glatz. In M. Z. II. 1885. pag. 33.

[74]) Hellmann: „Ueber die tägliche Periode der Gewitter in Mitteleuropa und einige damit im Zusammenhang stehende Erscheinungen." In M. Z. II. 1885. pag. 433 ff.

[75]) Hellmann: „Die Verbreitung der Gewitter in Norddeutschland nach den Beobachtungen des Preussischen meteorologischen Instituts." In Preuss. Statist. XXXIV. 1874. Berlin 1875. pag. 71. Vergl. O. Z. X. 1875. p. 365.

[76]) H. J. Klein: „Das Gewitter und die dasselbe begleitenden Erscheinungen, ihre Eigenthümlichkeiten und Wirkungen, sowie die Mittel, sich vor den Verheerungen des Blitzes zu schützen. Graz 1871. pag. 17.

[77]) v. Bezold: „Ueber das doppelte Maximum in der Häufigkeit der Gewitter während der Sommermonate." Sitzungsberichte der Münchener Akademie; math. phys. Classe. Juli 1875. Vergl. O. Z. 1875. pag. 369.

[78]) Köppen: „Ueber die Abhängigkeit des klimatischen Charakters der Winde von ihrem Ursprunge." Im Repertorium für Meteorologie. Bd. IV. Nr. 4. 1874. In einem Vorwort zu dieser Abhandlung bemerkt Wild, „dass wohl in Zukunft Niemand mehr Windrosen nach einer anderen als nach dieser neuen Methode berechnen wird". Ein Referat von dieser Abhandlung findet sich in O. Z. IX. 1874. p. 315 ff.

[79]) P. Schreiber: „Die Bedeutung der Windrosen für theoretische und praktische Fragen der Meteorologie und Klimatologie bei dem heutigen Zustand der Wissenschaft, dargelegt durch die aus 15jährigen Beobachtungen in Leipzig sich ergebenden Beispiele." Petermann's Mittheilungen, Ergänzungsheft. Nr. 66.

[80]) Wojeikof: „Die atmosphärische Circulation. Verbreitung des Luftdruckes, der Winde und des Regens auf der Oberfläche der Erde." Ergänzungsband zu Petermann's Geographischen Mittheilungen. Nr. 38. pag. 15.

[81]) Vergl. Hann: „Ueber das Luftdruckmaximum vom 23. Januar bis 3. Februar 1876 nebst Bemerkungen über die Luftdruckmaxima im Allgemeinen." O. Z. XI. 1876. pag. 129 ff.

[82]) Vergl. Hann: „Ueber die Barometermaxima Ende December 1881 und Mitte Januar 1882." O. Z. XVII. 1882. 47 ff.

[83]) Ferdinand Ling: „Ueber den Einfluss der Alpen auf die Vorgänge in einem darüber hingehenden Luftdruckmaximum." O. Z. XVII. 1882. p. 214 ff.

[84]) Vergl. R. Billwiller: „Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der unteren Luftschichten." O. Z. XVII. 1882. pag. 98.

[85]) Vergl. van Bebber: „Die Untersuchungen von Hoffmeyer und Teisserenc de Bort über Wintertypen und der Winter 1883/84. M. Z. I. pag. 22 ff.

[86]) E. Loomis: „Contributions to Meteorology." V. Paper. American Journ. of Sc. and Arts. Vol. XI and XII.

[87]) E. Loomis: Contributions etc. IX. Paper. Vol. XVI. 1878.

[88]) Wojeikof: „Ueber das Barometermaximum in Ostasien im Winter." O. Z. XV. 1880. pag. 408.

[89]) Hann und Billwiller: „Barometermaxima." O. Z. XVII. 1882. pag. 94 ff.

[90]) Billwiller: Witterungsbericht aus der Schweiz, in „Monatl. Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1882." Januar. pag. 15.

[91]) Vergl. „Nature" vom 31. Januar 1884. Symons' meteorological Magazin. Februar 1884. O. Z. XIX. 1884. pag. 126. M. Z. I. 1884. pag. 35.

[92]) E. Loomis: Contributions to Meteorol. etc. IX. Paper. O. Z. XIV. 1879. pag. 226.

[93]) Eine kurze Zusammenstellung der älteren Ansichten findet sich in dem trefflichen Buche von Th. Reye: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnenatmosphäre. Hannover 1872. pag. 146 ff. Siehe auch unter Nr. 94, Rosser.

[94]) W. H. Rosser: „The laws of storms considered practically." London 1876. Der historischen Zusammenstellung in diesem Buche ist einiges entnommen.

[95]) Fernandez de Oviedo; Historia general y Natural de las Indias y Tierra Firme de la mer Océano.

[96]) William Dampier: Voyages and Descriptions. Vol. II. pag. 36.

[97]) Gilbert Blane: Edinburgh Phil. Trans. 1738.

[98]) J. Capper: „Observations on the Winds and the Monsoons." London 1801. pag. 61 ff.

[99]) Horsburgh: „Memoirs concerning the Navigation to and from China by the China Sea." 1805.

[100]) Romme: Tableaux des vents. 1806.

[101]) Brandes: Dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis — vergere procellarum directionem ad idem illud centrum. 1826. Vergl. Dove: „Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre." 4. Aufl. 1873. pag. 146.

[102]) Dove, vergl. Pogg. Ann. Bd. XIII. pag. 596.

[103]) William C. Redfield: „Remarks on the Prevailing storms of the Atlantic Coast of the North American States." 1831.

[104]) Redfield: „Observations on the Hurricanes and Stormes of the West Indies and the Coast of the United States." 1833.

[105]) W. Reid: Attempt to develop the Laws of storms by means of Facts, arranged according to Place and Time. Die dritte Auflage dieses Buches erschien 1850.

[106]) H. W. Dove: „Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre." 4. Aufl. Berlin 1873. Die 1. Auflage erschien 1840.

[107]) Th. Reye: „Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen" etc. pag. 153.

[108]) James Espy: Die Hauptwerke Espy's sind: „Philosophie of Storms" und „Reports in Meteorologie to the Surgeon-General of the United States Army."

[109]) Alexander Thom: Inquiry into the Nature and Course of Storms in the Indian Ocean south of the Equator. 1845.

[110]) A. Buchan: The Mean Pressure of the Atmosphere and the

prevailling Winds over the globe for the Months and for the Year (Transact. of the Roy. Soc. of. Edinburgh 1869. p. II. vol. XXV).

[111]) William Ferrel: 1) „An Essay on the Winds and Currents of the Ocean.“ Nashville Journal of Medicine and Surgery. 1856. 2) „The Motions of Fluids and Solids relative to the Earth's Surface.“ Runkle's Mathem. Monthly 1858—60; American Journal of Science for 1861; Profess. Papers of the Signal Service No. VIII, Reprinted with Notes by Frank Waldo. 3) „Cause of Low Barometer in the Polar Regions and in the central Part of Cyclones.“ Nature, July 1871. 4) „Relation between the Barometric Gradient and Velocity of the Wind.“ American Journal of Science. Nov. 1874. 5) „Meteorological Researches“ Part I. Part II: „Cyclones, Tornadoes and Wather spouts.“ Americ. Journ. of Science. July 1881. Die obigen Schriften, mit Ausnahme der Researches, Part I, sind 1882 unter dem Titel „Popular essays on the Movements of the Atmosphere“ in Professional Papers of the Signal Service No. XII. nochmals veröffentlicht worden.

[112]) Elias Loomis: „Contribution to Meteorology.“ Bis jetzt sind 21 dieser kleineren Schriften erschienen; von denen die ersten 9 von Brocard ins Französische übertragen und unter dem Titel „Mémoires de météorologie dynamique“ herausgegeben sind. Gegenwärtig veröffentlicht Loomis eine neue umfassendere Serie Abhandlungen über diesen Gegenstand, von welcher mir der erste Band vorliegt. Vergl. mein Referat hierüber in den Annalen für Hydrogr. etc. XIV. 1886, p. 89 ff. und in M. Z.

[113]) H. Mohn: „Det norske meteorologiske Instituts Storm Atlas udgivet med Bistand af Videnskabnels Kabel i Christiania. 1860. Ref. in O. Z. VI. 1871. pag. 209 ff.

[114]) A. Sprung: „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck; I. zur Mechanik der Luftbewegungen.“ Aus dem Archiv der Seewarte. II. Jahrg. 1879. No. 1 pag. 21.

[115]) A. Sprung: ibid. II.: „Empirische Untersuchungen über die Beziehung zwischen Windstärke und Gradient und deren täglichen Periode mit besonderer Berücksichtigung des Deutschen Küstengebietes.“ Aus dem Archiv der Seewarte. II. Jahrg. 1879. No. 2. Für die deutschen Küsten werden hier die numerischen Werthe mitgetheilt.

[116]) Toynbee: Vergl. Scott in „Quarterly journal of the meteorol. Soc. vol. III. pag. 237.“

[117]) Vergl. Sprung: „Lehrbuch der Meteorologie.“ 1885. pag. 112.

[118]) Ferrel: The Motions of the Fluids etc. in O. Z. X. 1875. p. 105.

[119]) Hann: „Die Gesetze der Temperaturänderung in aufsteigenden Luftströmungen und einige der wichtigsten Folgerungen aus denselben.“ O. Z. IX. 1874. pag. 321 ff.

[120]) Th. Reye: Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen 1872, pag. 132.

[121]) J. Espy: Fourth meteorol. Rep. Washingt. 1857, pag. 10, vergl. O. Z. X. 1875, pag. 66.

[122]) E. Loomis: Sill. American Journal, Vol. VIII., Juli 1874, vergl. O. Z. IX. 1874, pag. 245 ff.

[123]) E. Loomis: Contributions to Meteor. VIII. Paper. Am. Journ. of scienc. and Astr. Vol. XV. Jan. 1878, O. Z. 13, 1878, pag. 315.

[124]) Thom: An Inquiry into the Nature and course of Storms in the Indian Ocean south of the Equator. London 1845, pag. 202 u. 186, O. Z. X. 1875, pag. 67.

[125]) E. Loomis: Contributions to Met. VI. Paper cf. O. Z. XII. 1877, pag. 317.

[126]) A. Colding: „Nogle Bemaerkninger om Luftenstromings forhold. Oversicht over det Kong. Danske Videskabernes Selskabs Forhandlinger i Aaret 1871, pag. 89—108. O. Z. X. 1875, pag. 133 ff.

[127]) C. W. Wittwer: „Ueber die Umbiegung der Cyclonenbahnen bei ihrem Austritte aus der Passatregion.“ O. Z. X. 1875, pag. 1 ff.

[128]) J. Murphy in „Nature“ 1875, 8. Juli. O. Z. X. 1875, pag. 334.

[129]) Faye: „Sur les orages et la formation de la grêle“. Annuaire pour l'an 1877, publié par le bureau des longitudes pag. 483 ff. und G. A. Hirn: „Étude sur une classe particulière de tourbillons qui se manifestent sous des certaines conditions spéciales dans les liquides. Analogie existant entre le mécanisme de ces tourbillons et celui des trombes.“ Bulletin de la société d'histoire naturelle de Colmar, 1878. Vergl. O. Z. XVI. 1881, pag. 73 ff.

[130]) P. Andries: „Die Entstehung der Cyclonen.“ O. Z. XVII. 1882, pag. 307 ff. und 385 ff. 1883, XVIII. pag. 113 ff. und 156 ff., vergl. auch: „Ueber Gewitter- und Hagelbildung.“ Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie XII. 1884, pag. 1 ff. und pag. 65 ff. „Nachträge zu dem Artikel über Gewitter- und Hagelbildung.“ Ibid. XIII. 1885, pag. 125 ff.

[131]) E. Loomis: Contributions to Meteorology, Revised Edition 1885, pag. 6 ff.

[132]) van Bebber: „Typische Witterungserscheinungen.“ Aus dem Archiv der Seewarte V. 1882, pag. 45.

[133]) Piddington: The Sailors Storm Book for the Law of Storms, II. Ed. 1851, vergl. Reye, Wirbelstürme etc., pag. 83.

[134]) Redfield: On the Gales and Hurricanes of the Western Atlantic. Sill. Journ. 31. Oct. 1836, pag. 115 ff., vergl. Reye, Wirbelstürme etc., pag. 83.

[135]) Loomis: Contrib. of Met. XI. Paper. Amer. Journ. of sc. and astr. Vol. XVIII, July 1879. O. Z. XV, 1880, p. 239.

[136]) Ueber den Ausdruck „Axe“ vergl. Köppen in einer kleineren Mittheilung in M. Z. I. 1884, pag. 169: „Der gewöhnlich gebrauchte Ausdruck: „Die Axe des Wirbels“ ist nach vorne oder nach hinten „geneigt“, führt zu Missverständnissen. Denn eine einheitliche mathematische Axe für den ganzen Wirbel besteht bei unseren grösseren Cyclonen gar nicht; diese müsste auf der Rotationsebene senkrecht stehen, und in der That haben viele Verfasser der älteren und neueren Zeit, indem sie von einer Neigung der Axe des Wirbels sprachen, eine entsprechende Abweichung der Rotationsebene von der Horizontalen angenommen. In Wirklichkeit handelt es sich aber bei einer Cyclone um eine Aufeinanderlagerung von unendlich dünnen, sehr nahe horizontalen Scheiben, deren vertikale Rotationsaxen nicht zusammenfallen, sondern jede gegen diejenige der darunter liegenden um eine kleine Grösse nach der kälteren Seite verschoben ist.

[137]) van Bebber: „Typische Witterungserscheinungen.“ Aus dem Arch. d. Seew. V. 1882, Nr. 3, pag. 26.

[138]) Köppen: „Ueber den Einfluss der Temperaturvertheilung auf die oberen Luftströmungen und auf die Fortpflanzung der barometrischen Minima“. Ann. d. Hydr. und mar. Meteor. X. 1882, pag. 660.

[139]) Cl. Ley: „The Relation between the Upper and Under Currents

the Atmosphere around areas of barometric Depression. Quart. Journ. of the Met. Soc. Oct. 1877. O. Z. XIII. 1878, pag. 278 ff.

[140]) Cl. Ley: „The Distribution of Atmospheric pressions in the Barometric depressions which pass over North-Western-Europe." Journ. of the Scott. Met. Soc. IV. O. Z. XI. pag. 263.

[141]) Loomis: Am. Journ. of Sciences and Astr. VIII. July 1874.

[142]) Cl. Ley: „The Relation between the Upper and Under Currents of the Atmosphere around areas of barometric Depressions." Quart. Journ. of the Met. Soc. Oct. 1877. O. Z. XIII. 1878, pag. 278.

[143]) Cl. Ley: Results of an Inquiry into mean Inclination of winds towards the lower Isobarics. Journ. of Scotl. Met. Tor. July 1872. O. Z. IX. 1874, pag. 95.

[144]) J. A. Broun: „On the Mean Directions and Distributions of the Lines of equal Barometric Pressure and their Relations of the mean Direction and Force of the wind over the British Isles. Prov. of the Roy. Soc. Vol. XXV. Dec. 1876."

[145]) N. Hoffmeyer: „Die Vertheilung des Luftdruckes über den nordatlantischen Ocean während des Winters und deren Einfluss auf das Klima von Europa." Vortrag gehalten in der Meteorologenversammlung zu Paris im August 1878. O. Z. XIII. 1878, pag. 338.

[146]) J. Spindler: „Die Abhängigkeit der Stärke der Richtung der Winde von der Grösse und Richtung der Gradienten an den Küsten des Baltischen Meeres." Repert. f. Meteor. VII. Nr. 5. St. Petersburg 1880.

[147]) H. Hildebrand-Hildebrandsson: „Sur la Distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométriques (Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Ser. III. Upsala 1883). Ein eingehendes Referat über diese interessante Arbeit habe ich in M. Z. I. 1884, pag. 111 ff. gegeben.

[148]) Krankenhagen: „Beitrag zum Studium der barometrischen Minima und Maxima." Beilage zum Schulprogramm des Realgymnasiums zu Stettin 1885. Ein Auszug findet sich in M. Z. II. 1885.

[149]) Loomis: Sill. Am. Journ. Vol. IX. Jan. 1875.

[150]) Broun, siehe No. 124.

[151]) Cl. Ley: „Suggestions on certains Variations, annual and diurnal in the Relation of the Barometric Gradient to the force of the wind." Quart. Journ. Vol. III., pag. 232.

[152]) Cl. Ley: „Barometric Gradient and Wind." Nature, May 5. 1881. Vol. XXIV, pag. 8. O. Z. XVI. 1881, pag. 534.

[153]) Sprung: „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck." Aus dem Archiv der deutschen Seewarte II. 1879, Nr. 1, II. „Empirische Untersuchungen über die Beziehung zwischen Windstärke und Gradient und deren tägliche Periode, mit besonderer Berücksichtigung des deutschen Küstengebietes."

[154]) Cl. Ley: „The Relation between the Upper and Under Currents etc.", vergl. O. Z. XIII. 1878, pag. 278 ff.

[155]) H. Hildebrand-Hildebrandsson: „Essai sur les courants supérieures de l'atmosphère." Act. de la Soc. Roy. des scienc. d'Upsal, Sér. III, T. 9. — „Atlas des mouvements supérieures de l'Atmosphère." Stockholm 1877. — „Sur la distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométrique." Upsal 1883.

[156]) Loomis: Contributions etc. XVII. und XVIII. Paper. O. Z. 1884, pag. 249 und 251.

[157]) Vergl. Einleitung zu „Monatliche Uebersicht der Witterung für

jeden Monat des Jahres 1880"; van Bebber: „Wissenschaftliche Ergebnisse aus den monatlichen Uebersichten der Witterung von 1876 bis 1880 (weitere Folge). Die erste Arbeit über diesen Gegenstand ist von Köppen und befindet sich im Jahrgange II. 1877.

[158]) H. Mohn: „Ueber die Ursache der grösseren Tiefe der Barometerdepressionen im Winter." O. Z. XI. 1876, pag. 17 ff. Hoffmeyer: „Die Vertheilung des Luftdruckes über dem Atlantischen Ocean etc.", vergl. O. Z. XIII. 1878, pag. 337 ff. Hoffmeyer: „Weitere Bemerkungen über die Luftdruckvertheilung im Winter." O. Z. XIV. 1879, pag. 73 ff.

[159]) Vergl. Einleitung zu „Monatliche Uebersicht der Witterung." V. 1880.

[160]) Loomis: „Contributions of Meteorologie". Revied edition, 1885, pag. 50.

[161]) Cl. Ley: „The Laws of the Winds prevailing in Western Europe, Part. I", vergl. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie X. 1882, pag. 657 ff.

[162]) Köppen: „Ueber den Einfluss der Temperaturvertheilung auf die oberen Luftströmungen und auf die Fortpflanzung der barometrischen Minima." Ann. der Hydr. u. mar. Meteor. X. 1882, p. 657 ff.

[163]) Köppen: Einleitung zur monatlichen Uebersicht der Witterung II. 1877, pag. 8; „Erläuterung zur Karte der Häufigkeit und der mittleren Zugstrassen barometrischer Minima zwischen Felsengebirge und Ural", in Ann. d. Hydr. und marit. Meteorologie, X. 1882, pag. 337 ff. und O. Z. XVII, pag. 257 ff. und van Bebber: Wissenschaftliche Ergebnisse in Einleitung zur monatl. Uebers. der Witterung. V. 1880.

[164]) Jackson: Vergl. Ann. Rep. of the Chief Signal Officer, 1874, pag. 96.

[165]) van Bebber: „Typische Witterungserscheinungen in Aus dem Archiv der deutschen Seewarte, V. 1882, Nr. 3." Eine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand findet sich in der Einleitung zur mon. Uebers. d. Witt. VII. 1882. Ich verweise auf die diesen Publikationen beigegebenen zahlreichen Karten.

[166]) Hoffmeyer: Vergl. oben Nr. 158.

[167]) Teisserenc de Bort: „Étude sur l'hiver de 1879—1880 et recherches sur la position des classes d'action de l'atmosphère dans les hivers anormaux." Annales du Bureau Centr. météor. de France. Année 1881, IV. Météorologie générale.

[168]) Das benutzte Material ist folgendes: 1) Wetterkarten der deutschen Seewarte, 2) Bahnenkarten aus der von der Seewarte herausgegebenen „Monatliche Uebersicht der Witterung", 3) Bulletin international du Bureau central météorologique de France, 4) Meteorologisches Bulletin des Physikalischen Observatoriums zu St. Petersburg, 5) Annalen des Physikalischen Centralobservatoriums, Petersburg, 6) Wetterkarten der Oesterreichischen Centralanstalt, 7) Meteorologische Beobachtungen in Oesterreich, 8) Bulletin des Observatorio do infante D. Luiz, 9) Annales del instituto y observatorio de Marina de San Fernando, 10) Meteorologia italiana, Bolletino mensile, 11) Bulletin météorologique du Nord, 12) Meteorologisk Aarbog udgived af det Danske meteorologiske Institut, 13) Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Institutes.

[169]) Vergl. van Bebber: Einleitung zu „Monatliche Uebersicht etc." für 1880.

[170]) Ausführlicheres über diesen Gegenstand findet sich in Sprungs Lehrbuch der Meteorologie pag. 244 ff.

[171]) Alex. Supan: „Statistik der unteren Luftströmungen. Leipzig, 1881, vergl. O. Z. XVI. 1881, pag. 400."

[172]) Vergl. meine Typ. Witterungserscheinungen pag. 17 ff.

[173]) Cl. Ley: „The connexion between the relative steepness of Gradients in a Depression, and the course of the Depression". Journ. of the Scott. Meteor. Society. Vol. IV. O. Z. XI. 1876, pag. 265.

[174]) Loomis: Contribution to Meteor. XI. und XIV. Paper. O. Z. XV. 1880, pag. 293 und XVI. 1881, pag. 309.

[175]) Köppen: „Aufeinanderfolge der Wirbelstürme." O. Z. IX. 1874, pag. 381.

[176]) J. Spindler: „Ueber die Sturmbahnen der Jahre 1870—1875." Aus dem Witterungsbulletin des Centralobservatoriums zu St. Petersburg. O. Z. XIII. 1878, pag. 172 ff.

[177]) Die 3 letzten Stürme sind von mir eingehend untersucht worden, vgl. Annalen der Hydr. u. marit. Meteorol. Jahrg. 1880, pag. 609 ff., 1881, pag. 9 ff., 1882, pag. 1 ff. „Bemerkenswerthe Stürme" I. II. III.

[178]) Poincaré: „Manual de la prévision du temps à Bar-le-Duc" in: Annuaire de la société météorlogique de France. Das System ist veröffentlicht in den verschiedenen Jahrgängen 1881—1885.

[179]) Ralph Abercromby: Principles of Forecasting by means of Weather Cards. London 1885; vergl. auch von demselben Verfasser: „On certain Types of British Weather (Quaterl. Journ. of the Met. Soc. Vol. IX. Nr. 45; diurnal variation of Wind and Weather in their relation to isobaric lines (ibid. October 1882); on the general character and principal sources of variation in the Weather at any part of a Cyclone or Anticyclone (ibid. Jan. 1878); Abercromby and William Marriot: Popular Weather Prognostics (ibid. Vol. IX. Nr. 45). Andere Regeln hauptsächlich auf Grund der Wolkenbeobachtungen gab Cl. Ley: „Aids to the Study and Forecast of Weather. London 1880."

[180]) Busin: „Ueber die Isobarentypen in Italien und die Wetterprognosen" in O. Z. XIX. 1884, pag. 235 ff. und: „Wie man aus der Richtung und Drehung der Winde die Aenderung der Isobarentypen bestimmen kann". O. Z. XX. 1885, pag. 401 ff.

[181]) Schiaparelli e Frisiani: Sui temporali osservati nell Italia superiore durante l'anno 1877; Milano 1880. In dem Referate in der O. Z. XVI. 1881, pag. 359 ist die Erklärung des „Heimischen Typus" dahin zu modificiren, dass auf das barometrische Maximum über Ober-Italien kein Nachdruck zu legen ist, wohl aber auf die gleichmässige Vertheilung des Luftdruckes. — Schiaparelli, Pini und Frisiani: Gewitter in Oberitalien im Jahre 1878 (Publicaz. del R. Oss. di Brera in Milano Nr. XVII. 1884; Referat in O. Z. XX. 1885, pag. 153).

[182]) R. Billwiller: „Bericht der meteorologischen Centralstation Zürich über den Gang der Witterungsprognosen im Jahre 1880. Zürich 1880."

[183]) Vergl.: Die Organisation eines meteorologischen Dienstes im Interesse der Land- und Forstwissenschaft für das Gebiet des deutschen Reiches. Bericht über die in Cassel am 12. und 13. September 1878 abgehaltene Conferenz. Berlin 1879; pag. 37.

[184]) Vergl.: Bericht über die Verhandlungen und Beschlüsse einer Conferenz der Vorstände deutscher meteorologischer Institute, abgehalten in Hamburg vom 2.—4. April 1880. Hamburg 1880; pag. 6.

[185]) In den den bayerischen Wetterkarten ständig beigegebenen Erläuterungen heisst es: „Von dieser Unsicherheit (in Bezug auf die Kenntniss der wahrscheinlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Depressionen) abgesehen, die indessen auch jenem nicht ganz erspart bleibt, der sich berufsmässig mit der Ausgabe von Wetterprognosen befasst, wird jeder, welcher die Wetterkarten von Tag zu Tag mit einiger Aufmerksamkeit verfolgt, bald zu der Ueberzeugung kommen, dass ihm dadurch das Verständniss der Witterungserscheinungen wesentlich erleichtert wird und dass er verhältnissmässig rasch in den Stand gesetzt wird, sich selbst ein Urtheil über die kommende Witterung zu bilden.

Da aber die Zahl derjenigen, welche die Karte in dieser Weise zu deuten verstehen, doch immer nur eine geringe ist, so ist jedesmal der beschreibenden Witterungsübersicht noch eine eigentliche Witterungsaussicht für den kommenden Tag beigefügt.

Diese Witterungsaussichten oder Prognosen machen natürlich keineswegs den Anspruch auf absolute Sicherheit, sondern nur auf einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit, als ihn die Benutzung der blossen örtlichen Anzeigen jemals zu liefern vermag, und hätte das obenerwähnte selbst gebildete Urtheil vor den Prognosen der Centralstellen sogar den Vorzug, dass es je nach dem Wechsel der Himmelsschau, der Aenderung in Windesrichtung und Stärke, Steigen oder Fallen des Ortsbarometers und dergleichen noch nachträgliche Abänderung gestattet, und überdies den örtlichen Verhältnissen angepasst werden kann, welche zwar nicht den Witterungscharakter im Ganzen zu beeinflussen, aber doch in Einzelheiten zu modificiren vermögen. Es wird nämlich dem aufmerksamen Leser der Wetterberichte nicht schwer sein, in Bälde aus einer zweckdienlichen Verbindung der Witterungsübersicht, der beiden Karten, sowie der Witterungsaussicht herauszufinden, wie sich der Prognosensteller die bevorstehenden Aenderungen in der Luftvertheilung gedacht hat, und hieraus zu folgern, wie die Aenderungen in den Witterungsverhältnissen in der nächsten Zeit schon beschaffen sein müssen, wenn die Prognose eintreffen soll. Treten dieselben nun nicht so ein, wie dies nach obiger Grundlage der Fall sein sollte, so wird man sich, rückwärts schliessend, leicht ein Bild davon verschaffen können, welche Aenderungen die Luftdruckvertheilung dann statt der vorausgesetzten erfahren hat.

[186]) Vergl.: Aus dem Archiv der Seewarte VII. 1884, Nr. 1: „Siebenter Jahresbericht über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1884 erstattet von der Direktion“ pag. 32.

[187]) C. Lang: „Die Vorhersage von Nachtfrost“ in Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins. München, Maiheft 1884.

[188]) Vergl. O. Z. 1875, pag. 332, 1879, pag. 151, 1884, pag. 531, und Klein, Witterungskunde, pag. 246.

[189]) Vergl. O. Z. 1876 pag. 284, 1879 pag. 219, 452, 1880 pag. 62, 1882 pag. 296, 1884 pag. 534.

[190]) R. Abercromby: „Ueber die Durchsichtigkeit oder die ungewöhnliche Klarheit der Luft, derzufolge ferne Objecte sehr nahe erscheinen“ in O. Z. XV. 1880, pag. 29.

[191]) H. E. Hamberg: „Ueber die Durchsichtigkeit der Luft in Upsala“. O. Z. XVI. pag. 457 ff.

[192]) Cl. Ley: „Wolken und Wetterzeichen.“ Moderne Meteorologie. Deutsche Originalausgabe. Braunschweig 1882. 4. Vorlesung.

[193]) Friedr. Böcker: „Resultate einer Statistik der oberen Luft-

strömungen hinsichtlich der Niederschläge für den Zeitraum vom 1. Dec. 1881 bis 30. November 1882." Halle 1883.

[194]) A. Richter: „Zugsrichtung der oberen Wolken und Regeneintritt zu Ebersdorf in Schlesien." M. Z. I. 1884, pag. 319 ff.

[195]) Vergl. Monatliche Uebersicht der Witterung für 1884, IX. Decemberheft.

[196]) Vergl. Referat in M. Z. I. 1884, pag. 39, und meine Mittheilung: „Eine rationelle Methode zur Stellung der Wetterprognosen," ibid. pag. 397.

[197]) Eine Anregung hierzu gab Klein in seiner Abhandlung: „Zur Frage der Prognosenprüfung" in Monatl. Uebersicht der Witterung für 1884. IX. pag. 23.

[198]) Berichterstattung von Lootsencommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc. über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste; in Einl. zur Monatl. Uebers. d. Witt. für 1882.

[199]) Abercromby: „Principles of Forecast etc." pag. 144.

[200]) Hoffmeyer: „Die Vertheilung des Luftdruckes über den nordatlantischen Ocean während des Winters und dessen Einfluss auf das Klima von Europa," Vortrag gehalten in der Meteorologenversammlung zu Paris im August 1878, abgedruckt in O. Z. XIII. 1878, pag. 337 ff. Referat in M. Z. I. 1884, pag. 22 ff.

[201]) Teisserenc de Bort: „Etude sur l'hiver 1879—1880 et recherches sur la position des centres d'action de l'atmosphère dans les hivers anormaux," in den Annales du Bureau Central météorol. de France. Année 1881, IV; Météorologie générale.

[202]) Vergl. Köppen: „Untersuchungen über die Witterungsverhältnisse zwischen dem Felsengebirge und dem Ural in den Monaten Januar bis März 1878." In „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte". (III. 1880, Nr. 3.)

[203]) Hoffmeyer: „Etude sur les tempêtes de l'Atlantique septentrional relatif à cet océan." Referat in den Annalen der Hydrogr. und marit. Met. VIII. 1880, pag. 292 ff.

[204]) Köppen: „Die Aufeinanderfolge der unperiodischen Witterungserscheinungen nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung untersucht."

[205]) O. Eisenlohr: „Untersuchungen über den Einfluss des Windes auf den Barometerstand der Temperatur etc. nach 23jährigen Karlsruher Beobachtungen. Heidelberg und Leipzig 1837."

[206]) Hann: „Ueber die mittlere Temperatur und den mittleren Luftdruck zu Wien," in O. Z. XIV. 1879, pag. 434.

[207]) Hellmann: „Die milden Winter Berlins seit 1720," in Zeitschr. des kgl. Preuss. stat. Bur. 1884, und „Ueber gewisse Gesetzmässigkeiten im Wechsel der Witterung aufeinanderfolgender Jahreszeiten", Sitzungsbericht der kgl. Preuss. Akad. der Wissensch. XIV. 1885.

[208]) Karsten: „Vergl. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein" V. 1884.

[209]) Köppen: „Kühler Mai nach mildem Januar," in O. Z. IX. 1874, pag. 360 ff.

[210]) Eisenlohr: „Untersuchungen über die Zuverlässigkeit und den Werth der gebräuchlichsten Wetterregeln, namentlich der sogen. Bauernregeln und Loostage, nach den zu Karlsruhe angestellten Beobachtungen. Karlsruhe 1847."

211) E. Quetelet: „Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles," in Mém. de l'Acad. de Brux. XXXVII. 1869.

212) A. Winckelmann: „Wie erhält man aus Regenbeobachtungen eine Begrenzung von Prognosenbezirken?" in O. Z. XVI. 1881, pag. 225 ff.

213) L. Meyer: „Die Bewölkung in Württemberg, mit Zugrundelegung der Beobachtungen von 1878—82 und mit besonderer Berücksichtigung meteorol. Gebiete. Stuttgart 1884.

214) G. Mantel: „Untersuchung über die räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge in der Schweiz," in O. Z. XVII. 1882, pag. 377 ff.

215) Franz Horn: „Ein Beitrag zur Kenntniss der zeitlichen und räumlichen Vertheilung der Niederschlagshäufigkeit in Bayern." Inaugural-Dissertation. München 1885.

BAYERISCHE STAATS- BIBLIOTHEK MUENCHEN

Namen- und Sachregister

zum I. und II. Bande.

A.

Abano, Pietro d', Mondeinfluss I. 76.
Abbe, Cleveland, Wettertelegr. I. 321.
Aben-Ragel, Astrometeorologie I. 52.
Abercromby, Aufstellung von Wetterprognosen II. 369.
Aegypter, ältere Ansichten über Witterungserscheinungen I. 22.
— Astrometeorologie I. 41.
Aërosklinoskop von Buys Ballot I. 336, II. 92.
Agobert, Hagelmachen I. 30.
Alcabitius, Astrometeorologie I. 52.
d'Alembert, atmosph. Ebbe u. Fluth I. 88.
Andries, Cyclonentheorie II. 219.
Aneroid-Barometer, Anwendung I. 86, II. 65.
Anticyclonen, s. auch „Barometrische Maxima" II. 139, 172.
Araber, Astrometeorologie I. 51.
Aratos, Astrometeorologie I. 43.
— Mondeinfluss I. 74.
— Wetterregeln I. 262.
Archibald, Sonnenfl. u. Luftdruck I. 231.
— Sonnenflecken u. Niederschlag I. 244.
Aspekte, Astrometeorologie I. 38.
Assmann, Kälterückfälle im Mai I. 198.
— Beziehung der Gewitter zu den meteorol. Elementen II. 163.
Astrometeorologie I. 34.
Atmosphäre, Einfluss auf Sonnenstrahlung II. 117.
Atmosphärische Ebbe u. Fluth I. 82.
Aufklarungslinie bei Cyclonen I. 295.
Ausdrücke, Erklärung von, bei Wetterberichten u. Prognosen II. 67.
Averroes, Sonnenflecken I. 201.

B.

Baco, Mondeinfluss auf Bewölkung I. 155, 181.
Baille, calorischer Einfluss des Mondes I. 180.
Baird, Wettertelegraphie I. 321.
Baliani, Sonnenflecken u. Temperatur I. 204.
Barisches Windgesetz, s. auch Buys Ballot's Gesetz I. 287.
Barometer, (s. auch bei Luftdruck) als Wetterprophet I. 266.
— bei localen Prognosen II. 389.
— Reductionen II. 470.
Barometerschwankungen I. 65.
— u. Sonnenflecken I. 272.
Barometerstände, Abweichungen II. 58.
— Reduction auf das Meeresniveau I. 312, II. 57, 59.
— Schwerecorrection II. 65.
— Eintrittszeiten der Minima II. 131.
— Extreme II. 181.
Barometrische Maxima, (Anticyclone), Allgemeines I. 291, II. 172.
— Maximum vom 23. Jan. bis 3. Febr. 1876, II. 176.
— grösste Höhe II. 181.
— Fortpflanzung II. 183.
— Einfluss der Alpen II. 178.
Barometrische Minima, (Cyclonen), Allgemeines I. 291.
— sehr tiefe II. 182.
— Bildung u. Erhaltung II. 259, 296.
— geographische Vertheilung II. 254.
— Tiefe, Veränderlichkeit, Entstehen u. Verschwinden II. 258.
— Fortpflanzung II. 266.
— Zugstrassen II. 276.
— in Beziehung zur allgemeinen Luftbewegung II. 292.
— Verhalten auf den Zugstrassen II. 285.
— abnorme Bahnen II. 294.
Bauernregeln I. 77, 263.
Baxendell, Mondeinfl. I. 162, 171, 188.
— Einflüsse der Sonnenflecken I. 210.

van Bebber, Regenverhältnisse Deutschlands II. 158.
— Niederschläge in Cyclonen II. 251.
— geogr. Vertheilung, Tiefe, Veränderlichkeit etc., Zugstrassen der Minima II. 254.
— Aufstellung von Wetterprognosen II. 344.
— Wettertypen 362.
Belikow, Mondeinfluss auf Wind I. 172,
Bell, Wettertelegraphie I. 336.
Beobachtungen, Grundbedingungen u. Bearbeitung I. 272.
Bergsma, atmosphärische Ebbe u. Fluth I. 113.
Bernoulli, atmosphärische Ebbe u. Fluth I. 88.
Bewölkung durch Mondeinfluss I. 155.
— tägliche u. jährliche Periode II. 151.
— in den Cyclonen II. 245.
— gleichzeitige räumliche Vertheilung II. 450.
v. Bezold, Kälterückfälle im Mai I. 199.
— zündende Blitze I. 253.
— Gewitterperiode II. 167.
Bibel, Ansichten über Witterungserscheinungen I. 10.
Billwiller, locale Einflüsse II. 385.
Blane, über Cyclonen II. 186.
Blanford, Einfluss der Sonnenflecken I. 221, 229, 244.
Blitze, Plinius hierüber I. 20.
Boecker, Cirrusbeobachtungen II. 399.
v. Boguslawski, Practicabilität d. Wettertelegraphie u. Sturmwarnungen I. 301.
Bouger, calorischer Einfluss des Mondes I. 178.
Bouvard, A., atmosphärische Ebbe und Fluth I. 96.
Bouvard, Eug., Mondeinflüsse I. 99, 146, 170.
Brahe Tycho, Sonnenflecken u. Sonnen- u. Mondhöfe I. 253.
Brandes, Einfluss der Meteoriten I. 196.
— gleichzeitige Beobachtungen I. 276.
— über Cyclonen II. 187.
Brocklesby, Sonnenflecken und Niederschlag I. 240.
Broun, Sonnenflecken u. Luftdruck I. 231.
— Luftbewegung in Cyclonen II. 232, 234.
Buchan, Luftdruckkarten II. 200.
Busin, Wettertypen II. 399.
Buys-Ballot, Mondeinflüsse I. 158, 185.
— Umdrehung der Sonne und Temp. I. 205.
— Sonnenflecken und Winddrehungen I. 236.
— Mitbegründer der synopt. Methode I. 285.
Buys-Ballot, barisches Windgesetz I. 287.
— Telemeteorologie I. 315, II. 19.
— Aërosklinoskop II. 92.

C.

Cäsar, Germ., Astrometeorologie I. 44.
Capper, über Cyclonen II. 186.
Cardano, Astrologie I. 55.
Celloria, Einfluss der Sonnenflecken I. 209, 239.
Chaldäer, Ansichten über Witterungserscheinungen I. 23.
— Astrometeorologie I. 39.
Chambers, calor. Mondeinfluss I. 188.
— Einfluss der Sonnenflecken I. 224, 230.
Chiminello, atmosphär. Gezeiten I. 89.
Chrono-Isothermen II. 125.
Cicero, über Astrologie I. 34.
— Kometeneinfluss I. 191.
Cirruswolken, s. auch Wolken I. 312.
— Wichtigkeit ihrer Beobachtung I. 312.
— — für Localprognose II. 396.
Clos, Mondeinfluss I. 149, 187.
Cock, Astrometeorologie I. 60.
Coffin, barisches Windgesetz I. 288.
Colding, Cyclonentheorie II. 216.
Columella, Astrometeorologie I. 47.
Cometen, Einfluss auf Witterung I. 191.
Comité, internationales, Sitzungen in Wien (1873) I. 307, Utrecht (1874, 1878) I. 308, London (1876) I. 311, Bern (1880) I. 313, Kopenhagen (1882) I. 314, Paris (1885) II. 31.
Conferenzen, meteorologische I. 296. Brüssel (1853) I. 297, 299, Genf I. 300, Leipzig (1872) I. 300, Bordeaux (1872) I. 301, London (1874) I. 311, Hamburg (1875, 1880) I. 311, Wien (1880) I. 392.
Congresse, meteorologische I. 296.
— Wien (1873) I. 306, Rom (1879) I. 311.
Constantin, Sturm- und Wettermachen I. 29.
Cotte, Mondeinfluss I. 90, 155, 165, 182.
— Mondspunkte I. 127.
Cyclonen, s. auch barometrische Minima, Depressionen, ältere Ansichten II. 185.
— neuere Ansichten II. 201.
— Entstehung II. 203.
— und Feuchtigkeit II. 211.
— Form, Umfang, Höhe, Axe II. 220.
— Luftbewegung II. 138, 225.
— Vertheilung der meteorol. Elemente in den Cyclonen II. 241.
— Verhalten auf dem nordatlantischen Ocean II. 429.
Cyclonenbahnen, s. Zugstrasse.

Cyclonenbahnen der nördl. Hemisphäre nach Loomis II. 295.
CyriandrusUranophilus,Beobachtungen I. 60.

D.

Dade, Mondeinfluss I. 133.
Dämonen, Einfluss auf Witterungserscheinungen I. 28.
— Ansicht der Kirchenlehrer I. 28.
— Stellung der christlichen Kaiser zum Dämonenthum I. 29.
Dampier, über Cyclonen II. 185.
Davy, Marié, calor. Mondeinfluss I. 180.
Dawson, Sonnenflecken u. Pegelstände I. 247.
Depeschenmaterial, Umfang und Bearbeitung an der Seewarte I. 351.
Doberck, Sonnenflecken u. Regen I. 247.
Dove, Kälterückfälle im Mai I. 197.
— Bedeutung für die Entwickelung der Meteorologie I. 276.
— Drehungsgesetz I. 280.
— über Cyclonen II. 188, 191.
— u. Piddington, über Teifune I. 234.
Dunbar, Mondeinfluss I. 129.

E.

Ebbe und Fluth I. 82.
Eisenlohr, atmosphär. Gezeiten I. 100.
— Mondeinflüsse I. 146, 165, 169.
— Wetterregeln I. 263, 268.
— Beständigkeit der Windrichtung II. 441.
— Wetter, wahrscheinliches der aufeinanderfolg. Jahreszeiten II. 447.
Elfert, Bewölkung I. 113.
Ellinger, Astrometeorologie I. 70.
Elliot, atmosphär. Gezeiten I. 113.
Empiricus, Sextus, Astrometeorologie I. 41.
Emsmann, Mondeinfluss auf Wind I. 170.
Ephemeriden, meteorologische I. 65.
Epp, Fr. X. I. 66.
— atmosphär. Gezeiten I. 92.
— bayer. academ. meteorolog. Gesellschaft I. 275.
Erman, Einfluss der Meteorite auf Witterung I. 195.
Espy, tägl. Periode des Windes II. 145.
— über Cyclonen II. 196.
Everets, Mondeinfluss auf Regen I. 152.

F.

Fabricius, Sonnenflecken I. 201.
Falb, Fluthfactoren I. 134.
Faye, Cyclonentheorie II. 218.
Ferrel, barisches Windgesetz I. 288, 290.
Ferrel, mittl. Luftdruckvertheil. II. 136.
— Cyclonentheorie II. 201.
Feuchtigkeit der Luft II. 146.
Feuchtigkeit in Umgebung d. Cyclonen II. 247.
Figulus, Donnerbücher I. 262.
Fischer, Theob., Regenverhältnisse der Mittelmeerländer II. 155.
Fischer, A. L., Wetterprognose aus Sonnenflecken-Beobachtungen I. 200.
Fitzroy, Wettertelegr. I. 337, II. 14.
— Sturmwarnungssignale II. 93.
Flaugergues, Mondeinfluss I. 98, 140.
— Sonnenflecken u. Temperatur I. 205.
Föhnwind II. 143.
Fontana, atmosphär. Gezeiten I. 88.
Forssmann, Nordlichter u. Barometer-Schwankungen I. 227.
Forster, Cometeneinfluss I. 192.
Fourier, über Sternenwärme I. 177.
v. Freeden, Sonnenflecken und Stürme I. 135.
— Schiffsjournale I. 298.
— norddeutsche Seewarte I. 346.
Friesenhof, Mondeinfluss I. 138.
Frisi, atmosphär. Gezeiten I. 88.
Fritsch, Sonnenflecken u. Temperatur I. 207.
Fritz, Einfluss d. Sonnenflecken I. 210, 219, 235, 240, 243, 246, 251, 255, 257.

G.

Garthe, Mondeinfluss auf Bewölkung I. 162.
Gaurico, Astrologie I. 55.
Gautier, Sonnenflecken u. Temperatur I. 206.
Gerdum, Astrometeorologie I. 69.
Gewitter, durch Mondeinfluss I. 165.
— Entstehung und Beziehung zu den meteorol. Elementen, Periode II. 163.
— in Cyclonen u. Anticyclonen II. 252.
— bei Theilbildungen II. 313.
— Prognosen auf Gewitter II. 383.
Gezeiten I. 82.
Gradient und Wind II. 140, 240.
— Aufeinanderfolge in Swinemünde II. 245.
Griechen, ältere Ansichten über Witterungserscheinungen I. 16.
— Beziehungen zur Astrometeorologie I. 42.
Gronau, Mondeinfluss I. 130.
Gruithuisen, Sonnenflecken u. Temperatur I. 204.
Günther, atmosphär. Gezeiten I. 37, 117.
v. Guerike, Barometer I. 267.
Gutwasser, Sonnenflecken u. Gewitter I. 254.

H.

Haberle, Astrometeorologie I. 69.
Hadley, Windgesetz I. 271.
Hafentelegramme in verschied. Ländern I. 332 ff., II. 84.
Hagelmachen I. 27.
Hahn, Einfluss d. Sonnenflecken I. 202, 224, 228, 251, 253, 255.
Hallaska, atmosphär. Gezeiten I. 97.
Halley, Windgesetz I. 271.
Hamberg, Sichtigkeit der Luft II. 396.
Hann, Cirrusbeobachtungen I. 312.
— Wärmeabnahme mit d. Höhe II. 119.
— Allgem. Luftcirculation II. 135.
— Windhäufigkeit i. Westeuropa II. 141.
— geogr. Vertheil. d. Regens II. 156.
— Abkühlung des aufsteigenden Luftstromes II. 211.
— Wahrscheinlichkeit d. Temperatur-Charakters aufeinanderfolg. Jahreszeiten II. 444.
Hare, über Cyclonen II. 196.
Harriot, Entdeckung der Sonnenflecken I. 201.
Harrison, calor. Mondeinfluss I. 187.
van Hasselt, Wetterregeln I. 269.
Hellmann, Anomalien d. jährl. Temp.-Periode I. 196.
— Wintergewitter II. 166.
— Wetterwechsel aufeinanderfolgend. Jahreszeiten II. 445.
Hellwig, 100jähr. Kalender I. 63.
Helmholz, Wasserwirbel II. 209.
Hemmer, atmosphär. Gezeiten I. 92.
— meteorolog. Beobachtungen I. 274.
Henry, Sonnenflecken und Temperatur I. 206.
— Reports der Smithsonian Institution über Wettertelegraphie I. 320.
Herschel, Wetterkalender I. 121.
— Mondeinfluss I. 179.
— Hypoth. über Sonnenflecken I. 200.
— Sonnenflecken u. Temperatur I. 204.
Hesiod, Wetterregeln I. 42, 260.
Hexen, in Bezug auf Wettermachen I. 28.
Herzberg, Mondeinfl. auf Stürme I. 173.
Hildebrandsson, Cirrusbeobacht. I. 312.
— Luftbewegung in Cyclonen II. 230, 233, 237.
— Vertheilung d. meteorolog. Elemente in Maxima u. Minima II. 241.
Hill, Einfluss d. Sonnenflecken I. 228, 245.
Hippokrates, Astrometeorologie I. 43.
— Mondeinfluss I. 74.
Hire de la, calor. Mondeinfluss I. 178.
Hoffmeyer, Projekt I. 313, II. 429.
— synoptische Karten I. 316.
— Luftbewegung in Cyclonen II. 229.
— Bildung barometr. Minima II. 259.
Hoffmeyer, Luftdruckvertheilung und Witterung Nordwesteuropas II. 418.
— Projekt II. 428.
Hohenheim, Paracelsus I. 56.
Horn, gleichzeit. räumliche Vertheilung der Niederschläge II. 451.
Hornstein, Einfluss der Sonnenflecken I. 227, 236.
Horsburgh, über Cyclonen II. 187.
Horsley, Mondspunkte I. 127.
Hough, Sonnenflecken I. 253.
Houzeau u. Lancaster, Wetterregeln I. 269.
Howard, atmosphär. Gezeiten I. 92.
— calor. Mondeinfluss I. 179.
— Wolkeneintheilung II. 148.
Huggens, Sternenwärme I. 177.
— calor. Mondeinfluss I. 180.
Humboldt, Beobachtungen I. 276
Hunter, Einfluss der Sonnenflecken I. 234, 244.

I. & J.

Inder, ältere Ansichten über Wettererscheinungen I. 21.
Institution, meteorolog. internat. I. 307, 310.
Isobaren, mittl., für nördl. Hemisphäre II. 132.
Isobarentelegramme I. 363, 366.
Isothermen, mittlere, für nördl. Hemisphäre II. 128.
Israeliten, ältere Ansichten über Witterungserscheinungen I. 10.
Jakson, Zugstrassen d. Minima II. 276.
Jelinek, Sonnenflecken u. Regen I. 239.
Josephus Flavius, Cometeneinfluss I. 192.

K.

Kälterückfälle im Mai I. 197.
Kämtz, Bedeutung für die Entwickelung der Meteorologie I. 283.
Kalender, 100jähr. I. 62.
— Mathieu de la Drôme I. 63.
— Hellwig I. 63.
— Herschel I. 121.
Kepler, Astrometeorologie I. 38, 58, 371.
— Ebbe und Fluth I. 85.
— Cometeneinfluss I. 379.
Klein, Einfluss d. Sonnenflecken I. 249, 252, 255.
— Gewitter, jährliche Periode II. 167.
Klima, solares II. 116.
Klimatische Constanten II. 114.
Klinkerfues, Wetterprognosen I. 270.
Knauer, 100jähr. Kalender I. 62.
Köppen, Mondeinfluss auf Gewitter I. 166.
— Sonnenflecken u. Temperatur I. 202, 210, 213.

Köppen, mehrjähr. Witterungsperioden I. 381, 385.
— Auswahl meteorolog. Stationen II. 20.
— Barometerformel II. 61.
— tägl. Periode des Windes II. 145.
— Windrosen II. 168.
— geograph. Vertheilung der Minima II. 257.
— Fortpflanzung und Zugstrassen der Minima II. 275.
— Erhaltungstendenz der Cyclonenbahnen II. 302.
— Aufeinanderfolge unperiod. Witterungserscheinungen II. 438.
— Manuscript über Wettertelegr. II. 480.
Krankenhagen, Vertheilung der meteorologischen Elemente in Cyclonen II. 232, 241.
Kratzenstein, atmosphär. Gezeiten I. 87.
Kreil, Mondeinflüsse I. 110, 158, 185.
— über Wettertelegraphie I. 318.

L.

Lalanne, Chrono-Isothermen II. 125.
Lamarck, Mondeinfl. I. 91, 123, 129, 168.
Lambert, atmosphär. Gezeiten I. 88.
Lamont, Verdienste um d. Meteorologie I. 283.
Lancaster und Houzeau, Wetterregeln I. 269.
Lang, Nachtfrostprognosen II. 391.
Langford, über Cyclonen II. 186.
Lapham, Wettertelegraphie I. 321.
Laplace, atmosphär. Gezeiten I. 94.
Lavoisier, Wetterregeln I. 275.
Leowiz, Astrologie I. 55.
Leverrier, Wettertelegraphie I. 331.
Ley, Cl., Schema für barom. Minima I. 294.
— Luftbewegung in Cyclonen II. 226, 232, 235.
— Fortpflanzungsrichtung der Minima II. 274.
— abnorme Bahnen d. Minima II. 300.
— Localprognose aus Wolkenbeobachtungen II. 396.
Leyst, Mondeinfluss auf Wind I. 173.
Lichtenberger, Joh., Practica I. 53.
Lingg, barometr. Maxima, Einfluss der Alpen II. 178.
Littrow, Cometeneinfluss I. 192, 194.
Liznar, Sonnenflecken u. Temperaturschwankungen I. 222.
— Bewölkung, tägl. Periode II. 151.
Lloyd, barisches Windgesetz I. 288.
Locale Einflüsse II. 371.
Localcentra II. 387.
Lockyer, Einfluss der Sonnenflecken I. 199, 238, 243.
Loomis, Maxima auf der Rückseite von Depressionen II. 151.
— Cyclonen und Regen II. 213.
— Form der Cyclonen II. 221.
— Höhe der Cyclonen II. 224.
— Luftbewegung i. Cyclonen II. 227, 232.
— Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Cyclonen II. 267.
— Cyclonenbahnen II. 295.
— abnorme Cyclonenbahnen II. 300.
Lostage, Bedeutung derselben II. 443.
Lüdicke, Mondeinfluss II. 115, 162, 174.
Luftbewegung in Cyclonen und Anticyclonen II. 225.
— verticale II. 175.
Luftcirculation, Aequatorial- u. Polarströme I. 280.
— Allgemeines II. 130, 292.
Luftdruck und Wind, Perioden II. 130.
— geographische Vertheilung II. 132.
Luftstrom, Abkühlung eines aufsteigenden II. 211.
— Erwärmung eines absteigend. II. 175.
Lufttemperatur, Berücksichtigung bei localen Prognosen II. 390.

M.

Mädler, Mondeinfluss I. 99, 108, 148, 184, 197, 235.
Main, Sonnenflecken u. Windrichtung I. 235.
Manövriren der Schiffe bei Stürmen II. 456.
Mantel, gleichzeitige räuml. Vertheilung der Niederschläge II. 450.
Maquer, calor. Mondeinfluss I. 182.
Marcet, Mondeinfluss I. 131. 148.
Maritime Meteorologie I. 296.
— Leipziger Conferenz I. 300.
Mathieu de la Drôme, Kalender I. 63.
Matteucci, Verdienste um die Meteorologie I. 342.
Maury, Verdienste um die maritime Meteorologie I. 296.
Maydell, Sturmbahnen Europas II. 291.
Mayer, jr., atmosphär. Gezeiten I. 91.
Meeresströmungen II. 145.
Melanchton, Astrologie I. 56.
Meldrum, Einfluss der Sonnenflecken I. 231, 237, 240, 244.
— Cyclonentheorie II. 199.
Melloni, calor. Mondeinfluss I. 179.
Meteorite, Einfluss auf Witterung I. 195.
Meteorologie, Ursachen ihrer langsamen Entwickelung I. 1.
Meyer, gleichzeit. räumliche Vertheilung der Bewölkung II. 450.
Mirandula, Pico de, gegen die Astrologie I. 57.

Mittelwerthe, Bedeutung für die Meteorologie I. 283, II. 7.
Mohn, Sturmatlas I. 344, II. 202.
— Cyclonen und Regen II. 214.
— Bildung der Minima II. 259.
Moimonides, Hagelverhüter I. 27.
Mond, Einfluss auf d. Witterung I. 36, 72.
Mondspunkte nach Toaldo I. 124.
Montigny, spectroskop. Beobachtungen II. 395.
Morin, Astrologie I. 59.
Murphy, Cyclonentheorie II. 217.
Musschenbroek, calorischer Einfluss des Mondes I. 182.
Müttrich, über Hygrometer I. 270.

N.

Nachtfrost, Prognose I. 270, 390.
Nebel II. 148.
— in Cyclonen u. Anticyclonen II. 248.
Nervander, Temperatur u. Umdrehung der Sonne I. 205.
Neumayer, atmosphär. Gezeiten I. 114.
— Antrag an der Leipziger Conferenz I. 300.
Newton, Ebbe und Fluth I. 79, 85.
Niederschlag, s. auch Regen II. 152.
— durch Mondeinfluss I. 139.
— in Cyclonen u. Anticyclonen II. 249.
— gleichzeitige räumliche Vertheilung II. 448.
Nordische Völker, ält. Ansichten über Wettererscheinungen I. 23.
Nordlichter u. Sonnenflecken I. 252.
Nostradamus, Astrologie I. 55.

O.

Overzier, Mondeinfluss I. 136, 163.
Oviedo, Fern. de, über Cyclonen II. 185.

P.

Palatina, Societas meteorolog. I. 65, 274.
Peclet u. Prevost, calor. Mondeinfluss I. 179.
Peucer, Astrologie I. 57.
Pfaff, J. W. A., Astrometeorologie I. 71.
Piddington, über Cyclonen II. 190, 197, 222.
— und Dove, Teifune I. 234.
Pilgram, Ansichten über Ursachen der Wettererscheinungen I. 16.
— Mondeinfluss, I. 129, 156, 183.
— Cometeneinfluss I. 193.
— Wetterregeln I. 268.
Plinius, über Blitze I. 20.
— Astrometeorologie I. 48.
— Mondeinfluss I. 75.
Plinius, Cometeneinfluss I. 192.
Poey, Sonnenflecken u. Cyclonen I. 232.
Poincaré, Wettertypen II. 362.
Poisson, Sternenwärme I. 177.
Poitevin, Mondeinfluss auf Regen I. 149.
Pontano, Astrometeorologie I. 52.
Practica I. 53.
Prestel, Mondeinfluss auf Stürme I. 173.
Prévost u. Peclet, calor. Mondeinfluss I. 179.
Prognosticatio I. 53.
Psychrometer II. 391.
Psychrometertafel II. 475.

Q.

Quetelet, tägl. Periode des Luftdruckes II. 131.
— Wetterwechsel der aufeinanderfolg. Jahreszeiten II. 448.

R.

Ragona, Sonnenflecken u. Regen I. 246.
Redfield, über Cylonen II. 188, 196, 223.
Reductionstafeln II. 470.
Regenhäufigkeit, Periode II. 153.
Regenverhältnisse II. 151.
— Deutschlands II. 157.
— Einfluss der Gebirge II. 160.
Regenwahrscheinlichkeit für Deutschland II. 161.
— in Cyclonen II. 149.
— nach Perioden II. 440.
Regiomontanus, Astrometeorol. I. 53.
Reid, über Cyclonen II. 190.
Reis, Sonnenflecken u. Ueberschwemmung I. 247.
Renou, extreme Barometerstände II. 182.
Reye, über Cyclonen II. 195, 199, 212, 224.
Riccioli, Sonnenflecken u. Temperatur I. 204.
Richter, Mondeinfl. auf Gewitter I. 166.
— Cirruswolken und Regen II. 401.
Römer, ält. Ansichten über Witterungserscheinungen I. 20.
— Astrometeorologie I. 44.
Rösslin, Helisaeus, Astrologie I. 55.
Romme, Verwendung der opt. Telegr. zum Signalisiren von Stürmen II. 275.
Rosse, calor. Mondeinfluss I. 180.
Rühlmann, Sonnenflecken und Windstärke I. 234.
Rung, Herstellung von Zeitungswetterkarten I. 366, II. 82.
Rykatschew, Mondeinfluss auf Wind I. 171.
Ryman, Astrometeorologie I. 54.
Rysselberghe, Telemeteorologie I. 316.

S.

Sabine, atmosphär. Gezeiten I. 112.
Scheiner, Sonnenfleckenbeobachtungen I. 201.
Schiaparelli, Mondeinfluss I. 133, 151, 160, 165, II. 283.
Schlüter, Astrometeorologie I. 60.
Schmid, Verdienste um d. Meteorologie I. 283.
Schneedecke, Einfluss auf Entwickelung grosser Winterkälte II. 180.
Schneider, Astrometeorologie I. 71.
Schreiber, Windrosen II. 170.
Schröter, Barometerschwankung. I. 66.
Schübler, Mondeinfl. I. 141, 157, 169, 183.
Schwabe, Sonnenflecken u. Bewölkung I. 248.
Scott, Wettertelegraphie I. 338.
Secchi, Fortpflanzung d. Stürme I. 342.
Seewarte, norddeutsche I. 346.
— Errichtung, Einrichtung I. 349.
— Dienstgebäude I. 367.
— System II. 14, 25.
Segner, atmosphär. Gezeiten I. 87.
Seneca, Hagelmachen I. 27.
— Astrometeorologie I. 48.
— Cometeneinfluss I. 191.
— Meteorite I. 195.
Sichtigkeit der Luft II. 248, 395.
Siculus, Diodorus, Astrologie I. 40.
Signalstellen der Seewarte I. 354.
Smyth, calor. Mondeinfluss I. 180.
— Sonnenflecken u. Temperatur I. 209.
— Spectroskop. Beobachtungen II. 393.
Sohnke, Entstehung d. Gewitter II. 165.
Sonnenflecken, Einfluss auf Witterung I. 199.
— Resultate I. 258.
Spectroskop, Regenprognose II. 293.
Spindler, Luftbewegung in Cyclonen II. 229.
— Erhaltungstendenz d. Sturmbahnen II. 303.
Sprung, Gradient u. Windstärke II. 140.
— Trägheitsbahn II. 204.
— Luftbewegung in Cyclonen II. 233.
Stark, Barometerschwankungen I. 67.
— Sonnenflecken u. Sonnen- u. Mondhöfe I. 253.
Stationen, meteorolog. Bedingungen für die Auswahl II. 20.
Steer, Barometerschwankungen I. 67.
— atmosphär. Gezeiten I. 93.
Sternenwärme I. 176.
Stevenson, Sonnenflecken und Cirrus I. 252.
Steward, calor. Mondeinfluss I. 188.
— Sonnenfleck. u. Temperaturschwankungen I. 221.
Stieffel, Wetterregeln I. 365.
Stöffler, Astrometeorologie I. 53.
Stöwe, elektrische Erregungen I. 68.
Stone, Sonnenflecken und Temperatur I. 209.
Strachey, Sonnenflecken u. Niederschl. I. 243.
Streintz, Mondeinflüsse I. 116, 150, 171.
Stürme, Voraussage II. 8.
— vom 26. bis 29. Oct. 1884 II. 95.
— 30. u. 31. Dec. 1878 II. 305.
— 14. u. 15. Oct. 1881 II. 325.
— durch Mondeinfluss I. 173.
— durch atlantische Minima II. 429.
— Manövriren der Schiffe II. 456.
— in verschiedenen Zonen II. 457.
Sturm, Gegner der Astrometeorol. I. 64.
Sturmcentra, geogr. Verbreitung II. 257.
— über Grossbritannien u. an deutscher Küste II. 265.
Sturmfluth II. 322, 330.
Sturmsignale der Seewarte I. 353.
— nach Fitzroy II. 93.
Sturmwarnungen, Idee v. Romme I. 276.
— Practicabilität I. 301.
— in verschiedenen Staaten I. 322.
— Ursprung und Entwickelung II. 89.
— Prüfung, Resultate II. 414.
— Gutachten über deren Wirksamkeit II. 416.
— des New-York Herald II. 432.
Suidas, Astrometeorologie I. 41.
Supan, Luftdruck in der Höhe über dem atlantischen Ocean II. 294.
Swinden van, Mondspunkte I. 127.
Symbole für Bewölkung, Hydrometeore etc. I. 306.
Symons, Sonnenflecken u. Niederschl. I. 238.
Synopt. Methode in d. Meteorol. II. 7.

T.

Teisserenc de Bort, Actionscentra II. 321.
— Wintertypen II. 424.
Telemeteorologie I. 315, II. 19.
Temperatur II. 115.
— Nicht period. Aenderungen I. 219.
— Abnahme m. d. Höhe II. 61, 119, 177.
— Periode II. 122.
— geographische Vertheilung II. 129.
— in Cyclonen u. Anticyclonen II. 241.
— Erhaltungstendenz II. 442.
Thales v. Milet, Astrometeorol. I. 43.
Thau II. 147.
Theilminima, Ausbuchtung II. 337.
Theophrast, Wetterregeln I. 260.
Thermometer, Reductionen II. 470.
Thermometerstände, Vergleichbarkeit II. 66.

Thom, über Cyclonen II. 197, 214.
Toaldo, Elektricitätserregungen I. 68.
— Mondspunkte I. 89.
— Mondeinfluss I. 122, 139, 168, 182.
Töpfer, Regenwahrscheinlichk. Deutschlands II. 158.
Tomaschek, Sonnenflecken u. Weinlese I. 211.
Tornados II. 208.
Trägheitsbahn II. 204.
Tromhold, Sonnenflecken und Sonnen- und Mondhöfe I. 253.
Tschirnhausen, calor. Mondeinfl. I. 178.
Tycho Brahe, Astrologie I. 50, 371.

V.

Vergil, Astrometeorologie I. 47.
— Mondeinfluss I. 75.
— Wetterregeln I. 262.
Vincent, Eintrittszeit der nied. Barometerstände II. 131.

W.

Watt, calor. Mondeinfluss I. 179.
Weilenmann, Sonnenflecken u. Temperatur I. 209.
Weinerträgnisse durch Mondeinfl. I. 183.
Werner, Beobachtungen I. 58.
Wetter, s. auch Witterung in Cyclonen II. 253.
Wetterberichte, Erklärung d. Ausdrücke II. 67.
— in verschiedenen Ländern II. 75.
Wetterdienst II. 50.
— Abenddienst I. 357.
— an der Seewarte II. 51.
Wetterkarten für Zeitungen I. 365.
— synoptische I. 316.
— Symbole II. 55, 75, 102.
Wettermachen I. 27.
Wetterprognosen, ältere Versuche I. 3.
— aus Feuchtigkeit der Luft I. 270.
— in verschiedenen Ländern I. 323.
— Stellung der deutschen Institute zu der Wetterprognose I. 358.
— Chiffrirung I. 361.
— in Anlehnung an Wetterthatbestände I. 262 II. 386.
— Entwickelung in verschied. Staaten II. 98.
— Anleitung zum Aufstellen II. 344.
— Bestrebungen in Frankreich, Grossbritannien und Italien II. 362.
— Anwendung localer Beobachtungen II. 384.
— Prüfungen II. 404.
— Resultate II. 413.
— auf längere Zeit voraus II. 448.
Wetterregeln, Sammlung I. 385.
Wettertelegramme, Ziffernsystem I. 308.
— Austausch II. 17.
— Form, Inhalt, Bearbeitung, Verwerthung II. 42.
— Abonnementstelegramme II. 53, 77.
— Hafentelegramme II. 53.
— transatlant. der Signal Office II. 433.
Wettertelegraphie, Practibilität I. 301.
— in den Hauptstaaten I. 318, II. 13.
— Anwendung der Simultanbeobachtungen I. 323.
— circuits I. 324.
— Ausgaben in Amerika u. Canada I. 327.
— preussische unter Dove I. 347.
— Benutzung des Telegraphen II. 15.
— Beobachtungsnetz u. Beobachtungszeiten II. 20.
— Material II. 27.
— Abenddienst II. 28.
— Local- oder Simultanzeit II. 35.
— Hoffmeyer's Project II. 428.
Wettertypen II. 362.
Wetterwechsel, Aufeinanderfolge II. 438.
Wierzbicki, Mondeinfluss auf Regen I. 151.
Wiggins, Sturmprognose I. 174.
Whiston, Cometeneinfluss I. 192.
Wild, tägl. Temperaturperiode II. 122.
Wind, Mondeinfluss I. 168.
— Cometeneinfluss I. 231.
— tägliche Periode II. 141, 143.
— Gebirgswinde II. 141.
— Föhn II. 143.
Wind und Luftdruck II. 130.
Windgeschwindigkeit, Reduction II. 474.
Windgesetz, barisches II. 138.
— Halley I. 271.
Windrichtung, Wahrscheinlichkeit der Beständigkeit II. 441.
Windrosen II. 168.
Winkelmann, gleichzeitige räumliche Vertheilung der Niederschläge II. 459.
Wintertypen II. 424.
Wirbelstürme, s. Stürme, Cyclonen.
Witterung, s. auch Wetter.
— Aenderung durch Mondeinfluss I. 121.
Witterungsbericht d. Seewarte, früherer Berliner I. 364.
Witterungscharakter der Jahreszeiten, Wahrscheinlichkeit der Aufeinanderfolge II. 444.
Witterungserscheinungen, ältere Ansichten I. 9.
— typische II. 280.
— unperiod. Aufeinanderfolge II. 438.
Witterungskunde für Land- und Forstwirthschaft I. 313.
— Bedeutung für das Berufsleben II. 1.

Witterungskunde f. Landwirthsch. II. 9.
Witterungsregeln I. 259.
— ältere Regeln I. 259.
— Bauernregeln I. 263.
— der bayer. akadem. meteorolog. Gesellschaft I. 275.
Wittwer, Cyclonentheorie II. 217.
Wojeikof, hohe barometrische Maxima II. 181.
Wolf, Relativzahlen I. 202.
— Einfluss der Sonnenflecken I. 208, 219, 232, 240.
Wolken, Schema für Depeschen II. 48.
— Eintheilung II. 149.
— Cirruszug II. 240.
Wolken, in Umgebung der Cyclonen u. Anticyclonen II. 396.
— obere und Regen II. 399.
Wüllerstorf-Urbair, Anwendung des Aneroidbarometers I. 86.

Z.

Zeus als Donnergott I. 17. 20.
Ziffernsystem für Wettertelegraphie I. 308.
Zimmermann, Sonnenflecken u. Temperatur I. 208.
Zöllner, Hypothese über Sonnenflecken I. 200.
Zugstrassen II. 301.

Bayerische Staatsbibliothek München

Verlag von Eerdinand Enke in Stuttgart.

Geschichte der Physik

von Aristoteles bis auf die neueste Zeit.

Von

Professor ***August Heller.***

Zwei Bände.

I. Band:

Von Aristoteles bis Galilei.

Gross-Oktav. 1882. Geheftet. Preis M. 9. —

II. Band:

Von Descartes bis Robert Mayer.

Gross-Oktav. 1884. Geheftet. Preis M. 18. —

Urtheile der Presse.

Biedermann's techn. chem. Jahrb.: Diese Geschichte der Physik ist mit grosser Gelehrsamkeit verfasst und in einer durchweg edlen, nicht selten schwungvollen Sprache geschrieben. Nicht allein der Naturforscher, jeder Gebildete, der das Werden unserer heutigen Weltanschauung und die Entwicklung unserer Herrschaft über die Naturkräfte kennen will, wird dieses schöne Buch als einen zuverlässigen Führer und Lehrer liebgewinnen. Der Herr Verf. hat seine Aufgabe mit Gründlichkeit und weiser Erkenntniss dessen gelöst, was von einem Geschichtschreiber der Physik erwartet werden muss. Er ist bis zu den historischen Quellen vorgedrungen und lässt überall dabei die strenge Kritik sowohl des Naturforschers und Philosophen, als auch des literarischen Gelehrten walten. Er sieht nicht von dem Throne unserer heutigen atomistischen Mechanik vornehm und flüchtig auf die Meinungen früherer Jahrhunderte herab; er steht auf dem richtigen Standpunkte des Historikers, der jene Meinungen im Lichte des Geistes ihrer Zeit schildert, und der sich stets bewusst ist, dass unsere jetzigen als Wahrheit angenommenen Auffassungen künftigen Zeiten auch als Irrthümer erscheinen können. Bei der Schilderung der Geschichte der Physik werden stets auch die gleichzeitigen philosophischen Systeme berücksichtigt in richtiger Erkenntniss des grossen Einflusses, den diese auf die Entwicklung der exakten Naturwissenschaften ausgeübt haben, und der neuen Gesichtspunkte, die jene von diesen empfangen haben. Endlich ist als sehr wesentlich in der Darstellung das biographische Moment hervorzuheben, welches „in der Schilderung der Lebensführung der hervorragenden Forscher, in deren Denkrichtung, Ideenwelt, Stil u. s. f. seinen Ausdruck findet“.

Natur, XXXIII. Band, Nr. 38: Als im Jahre 1882 der erste Band dieses umfangreichen Werkes erschien, haben wir in Nr. 32 dieser Blätter schon darauf hingedeutet, dass es sich hier um ein ungewöhnliches literarisches Erzeugniss handelt. Jetzt liegt uns nun dasselbe endlich vollendet vor und so kommen wir noch einmal, aber mit wahrer Freude, auf dasselbe zurück. Zunächst müssen wir selbiger ihren Ausdruck dahin geben, dass der Verfasser zu den seltenen Naturen gehört, welche im Stande sind, vorurtheilsfrei Geschichte aufzufassen und Geschichte zu schreiben. Er besitzt dazu das ganze Rüstzeug: mathematische, physikalische und philosophische Bildung, dazu die nothwendige Literaturkenntniss, welche mit der betreffenden Sprachkenntniss auf die Quellen zurück geht, liebevolles Eingehen auf die Träger und Förderer des physikalischen Fortschrittes und die Fähigkeit, aus einem Wuste von Thatsächlichem ein geistiges Fazit zu gewinnen. Das ist gerade so viel, um den Verfasser in die ersten Reihen physikalischer Geschichtschreiber zu stellen. Wir glauben es ihm gerne, dass die Menge des zu bewältigenden Stoffes, welcher sich vor ihm aufthürmte, eine erdrückende war; aber um so grösser auch ist sein Verdienst, sie in einer völlig zufriedenstellenden Art bewältigt zu haben.

Als wesentliche Ergänzung zu

jedem Lehrbuch der Physik

erschien kürzlich complet:

Die Physik im Dienste der Wissenschaft, der Kunst und des praktischen Lebens,

im Verein mit hervorragenden Fachmännern herausgegeben von

Professor Dr. G. Krebs

in Frankfurt a. M.

Mit 259 Holzschnitten. 582 S. 8. 1884. geh. 10 Mark, eleg. geb. 11 Mark.

Inhalt: Photographie. — Spectral-Analyse. — Meteorologische Station. — Deutsche Seewarte. — Heizung und Ventilation. — Musikalische Instrumente. — Motoren des Kleingewerbes. — Elektrische Maschinen. — Kerzen und Lampen. — Elektrische Beleuchtung. — Galvanoplastik. — Telephonie. — Sternwarte.

Ein vorzüglicher Führer durch die prakt. Physik in gemeinverständlicher Darstellung.

Die naturwissenschaftliche Zeitschrift „Gaea“ sagt:

„Ein schönes Werk, das sich besonders zu Geschenken eignet. Der Herausgeber hat im Verein mit berufenen Forschern die wichtigsten Anwendungen der Physik in selbständigen Gemälden vorgeführt. Die Darstellung ist allenthalben populär und von guten Illustrationen unterstützt.“

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Im 5. Jahrgang erscheint:

Humboldt.

Monatsschrift

für die

gesamten Naturwissenschaften.

Herausgegeben von

Prof. Dr. **G. Krebs** in Frankfurt a. M.

Monatlich ein Heft von fünf Bogen in Quartformat, reich illustriert.

Preis eines Heftes 1 Mark.

☛ **Probehefte durch jede Buchhandlung.** ☚

Unsere Monatsschrift, welche unter stets wachsender Teilnahme aller derjenigen, welche den Naturwissenschaften reges Interesse entgegenbringen, fünf Jahre ihres Bestehens zurückgelegt hat, stellt sich die Aufgabe: „**Die Verbindung wissenschaftlicher Gründlichkeit mit gemeinverständlicher Darstellung in mustergiltiger Weise durchzuführen und dem Spezialisten, wie dem Laien in der Naturwissenschaft einen Ueberblick über alle neuen Errungenschaften auf diesem, für unser Jahrhundert so bedeutsamen Gebiete zu gewähren.**"

Die Zeitschrift bietet gediegene, gemeinverständlich und knapp geschriebene **Originalabhandlungen** aus allen Zweigen der Naturwissenschaft, die Rubrik: „**Fortschritte der Naturwissenschaft**" bringt in allmonatlichen, interessant geschriebenen Referaten eine **zusammenhängende** Schilderung des Fortschreitens der Wissenschaft auf allen Spezialgebieten, unter dem Titel **Neue Apparate für Unterricht und Praxis** findet namentlich auch der Lehrer der Naturwissenschaften eingehendere Beschreibungen neuer wichtiger Erfindungen in der Instrumentenkunde.

Weitere Abteilungen, wie **Litterarische Rundschau** und **Bibliographie** bieten erstere eine kritische, letztere eine bibliographische Uebersicht über die neuen Erscheinungen des Büchermarktes, ein monatlich erscheinender **Astronomischer Kalender** und eine **Witterungsübersicht** werden vielfach willkommen sein, schließlich findet der Leser unter **Neueste Mitteilungen** eine ungemein reichhaltige Sammlung kleinerer Notizen naturwissenschaftlicher, geographischer, technologischer Natur, Personalien, Vereinsnachrichten u. dergl.

Der „Humboldt" sei allen Freunden einer geistig anregenden und belehrenden Lektüre bestens empfohlen.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

Grube

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bebber, Wilhelm Jacob <<van>>,

Handbuch der ausübenden Witterungskunde Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Wetterprognose

Bd.: 2

1886

Phys.sp. 41 yk-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11881382-4